



**ЗАКРЫТОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО**

ТЕСТРОН

"Рентген - это наша профессия."



ИСО 9001

Система менеджмента
сертифицирована
Русским Регистром



Россия, 196084, г. Санкт-Петербург, Люботинский пр. 8А; тел. (812) 380-6200, факс (812) 380-6202; e-mail: office@testron.ru internet: www.testron.ru

ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

**Рентгенотелевизионный комплекс для контроля печатных плат,
электронных компонентов и микро-оптоэлектромеханических систем
с функцией рентгеновской микротомографии**

FILIN X-PCB Compact

FILIN X-PCB

РЕНТГЕНТЕЛЕВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ И МИКРО-ОПТОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

FILIN X-PCB это универсальные серийные высокоразрешающие цифровые системы радиоскопии и микротомографии на основе микрофокусного излучателя предназначенные для контроля в реальном времени различных изделий таких как: печатные платы, полупроводниковые приборы и компоненты, BGA-соединения и любые другие изделия из стали, пластмассы, керамики и специальных сплавов, требующие высокого пространственного разрешения при исследовании внутренней структуры и областей, недоступных для визуального контроля. Системы включают в себя надежный источник рентгеновского излучения серии Extravolt-MF, систему управления рентгеновским аппаратом, манипулятор, камеру в рентгенозащищенном исполнении, эргономичный пульт управления, преобразователь рентгеновского излучения в видимое изображение (плоскопанельный детектор), а также встроенную систему улучшения качества изображений SOVA-64.

ОСНОВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ FILIN X-PCB

СБОРОЧНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

- ❖ Печатные платы с односторонним или двухсторонним классическим и поверхностным монтажом.
- ❖ Качество монтажа и пайки электронных компонентов: BGA, iJBGA, SMD, QFP, CSP-флип-чипы и др.
- ❖ Микроэлектромеханические и микро-оптоэлектромеханические системы и компоненты.
- ❖ Трехмерные структуры, содержащие активную и пассивную электронику, фотонику, микроэлектромеханические компоненты, микро/нанооптику и другие микро/наноустройства.
- ❖ Пространственные микросборки сложной конструкции.
- ❖ Различные труднодоступные электронные компоненты.
- ❖ Военная и аэрокосмическая электроника.
- ❖ Батареи и аккумуляторы.
- ❖ Разъемы.

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

- ❖ Полупроводниковые пластины.
- ❖ 3D чипы, изготовленные путем укладки кремниевых пластин или матриц и их взаимного соединения вертикальными электрическими соединениями.
- ❖ Микроконтактные выводы.
- ❖ IGBT транзисторы и модули.
- ❖ Контроль монтажа межсоединений в чипе.
- ❖ Контроль установки кристаллов.
- ❖ Контроль проводников внутри чипа.
- ❖ Сенсоры и датчики.
- ❖ Микроэлектронные сборки.
- ❖ Компоненты из ситалла.
- ❖ Рентгеноскопия различных объектов на предмет выявления визуально скрытых дефектов.
- ❖ Медицинские материалы.

ПРЕИМУЩЕСТВА РЕНТГЕНТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ FILIN X-PCB

- ❖ Распознавание компонентов изображения размером до 100нм (0.1 мкм).
- ❖ Высокопроизводительный контроль с высоким разрешением – вручную и автоматически по заранее составленным программам.
- ❖ Возможность работать в составе производственных линий с автоматической загрузкой изделий для контроля.
- ❖ Простые в использовании функции улучшения изображения, работающие с живым изображением в реальном времени.
- ❖ Большое количество автоматических функций для анализа качества монтажа, поиска и анализа пустот и включений.
- ❖ Высокопроизводительная томография и ламинография с использованием передовой программы реконструкции и анализа 3D изображений VGStudio Max.
- ❖ Высокая степень безопасности эксплуатации систем – полная защита корпуса свинцом (утечка рентгеновского излучения <1мкЗв/ч).

ВЫЯВЛЯЕМЫЕ ДЕФЕКТЫ

- ❖ Пустоты в паяных соединениях BGA, QFN и др.
- ❖ Перемычки между выводами BGA, QFN и др.
- ❖ Автоматический анализ BGA: диаметр выводов, количество пустот в процентном соотношении, площадь и геометрия выводов, перемычки, отсутствие выводов, непропаи и холодная пайка.
- ❖ Идентификация дефектов «голова на подушке» и «открытых» паяных соединений.
- ❖ Анализ наполненности припоем отверстий при классическом выводном монтаже.
- ❖ Разрыв или отсутствие проволочных соединений в чипе.
- ❖ Нарушение вертикальных электрических соединений в чипе.
- ❖ Неточность установки кристаллов.
- ❖ Рассовмещение внутренних слоев печатных плат, нарушение металлизации отверстий, разрыв дорожек в печатной плате.
- ❖ Коробление печатной платы.
- ❖ Трещины в полупроводниковых пластинах и кристаллах.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- ❖ Многооконный интерфейс с функциями сравнения изображений.
- ❖ Удобная навигация с быстрым позиционированием на исследуемой области.
- ❖ Контроль области расположения и геометрии исследуемого объекта.
- ❖ Послойный анализ монтажа «корпус на корпус».
- ❖ Послойный анализ дорожек печатной платы.
- ❖ Контроль наклона компонентов.
- ❖ Высокоточное измерение геометрических размеров, включая измерение диаметра контактов BGA.
- ❖ Угловые измерения.
- ❖ Контроль формы проволочных соединений в чипе.
- ❖ Создание виртуальных микрошлифов.
- ❖ Регулировка яркости и контраста изображения.
- ❖ Контроль оттенков уровня серого.
- ❖ Цифровые фильтры улучшения изображений.
- ❖ Поддержка режима сниженной дозы излучения для контроля особо чувствительных к радиации компонентов.
- ❖ Автоматическое построение отчетов о результатах проведенного тестирования.

ОСОБЕННОСТИ РЕНТГЕНТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ FILIN X-PCB

- ❖ Две модели систем для малых и средних габаритов изделий массой до 5 кг и до 10 кг.
- ❖ Напряжение на рентгеновской трубке до 300кВ.
- ❖ Большой выбор микрофокусных рентгеновских аппаратов и рентгеновских детекторов.
- ❖ Автоматизированный программируемый манипулятор 6-ю степенями свободы.
- ❖ Высокая скорость работы. Повышенное качество изображений.
- ❖ Компактность и простота установки. Низкая стоимость эксплуатации.
- ❖ Новейшая версия программного обеспечения SOVA-64 с многооконным интерфейсом.
- ❖ Возможность восстановления трехмерных моделей объектов (рентгеновская томография).
- ❖ 64-разрядная архитектура снимает ограничения на размер изображений, позволяя эффективно работать с новейшими плоскочувствительными детекторами сверхбольшого разрешения.
- ❖ Полностью многооконный, интуитивно понятный пользовательский интерфейс.
- ❖ Возможность работы одновременно с множеством изображений, функции связывания и сравнения изображений.
- ❖ Возможность работы в сети, поддержка стандартов DICOM/DICONDE, поддержка удаленных баз данных.
- ❖ Простота программирования повторяющихся операций.
- ❖ Ручное и автоматизированное управление излучателем.
- ❖ Ручное и автоматизированное управление манипулятором.
- ❖ Составление программ контроля (количество программ не ограничено).
- ❖ Ввод оператором исходных данных исследуемых деталей.
- ❖ Автоматическое перемещение и экспонирование детали по заданной программе.
- ❖ Контроль и отображение состояния элементов РТС.
- ❖ Управление рентгеновским аппаратом и автоматическая тренировка трубки.
- ❖ Управление излучением и всеми осями манипулятора через интерфейс программы.
- ❖ Возможность программирования процесса контроля, включая механические перемещения, съемку и архивирование результатов.
- ❖ Управление координатами предметного стола с клавиатуры ПК.
- ❖ Управление координатами предметного стола перетаскиванием точки на изображении.
- ❖ Управление геометрическим увеличением и координатами предметного стола выделением квадрата на изображении.
- ❖ Автоматическое пошаговое сканирование областей.
- ❖ Автоматическое подключение нужных калибровочных данных при изменении увеличения.

СОСТАВ КОМПЛЕКСА FILIN X-PCB (МОЖЕТ МЕНЯТЬСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОМПЛЕКТАЦИИ СИСТЕМЫ)

- ❖ Камера биологической защиты (лучезащитная кабина).
- ❖ Рентгеновский аппарат серии Extravolt-MF с микрофокусной рентгеновской трубкой открытого или закрытого (отпаянного) типа.
- ❖ Рентгенотелевизионная система на базе плоскопанельного детектора с системой улучшения и расшифровки изображения SOVA+.
- ❖ Автоматизированный программируемый манипулятор 5/6-ю степенями свободы.
- ❖ Плоский предметный стол для исследуемых изделий.
- ❖ Поворотный предметный стол для исследуемых изделий.
- ❖ Томографическая приставка.
- ❖ Система визуального контроля.
- ❖ Специальное программно-аппаратное обеспечение автоматизации установки.
- ❖ Пульт управления.



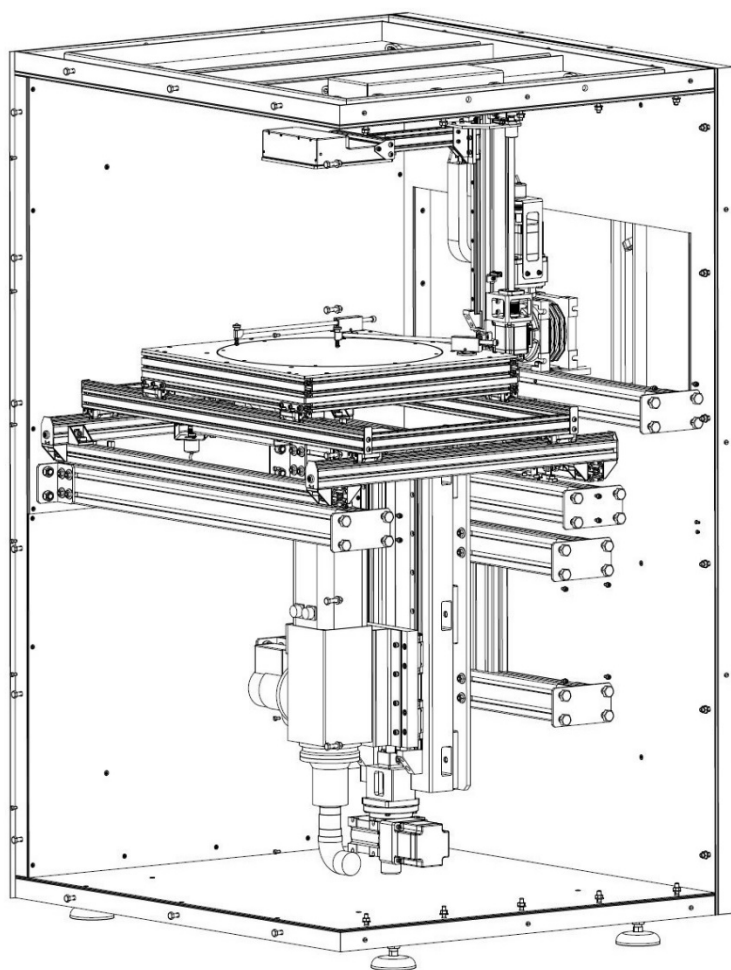
Краткое описание комплекса, схема манипулятора и схема просвечивания.

Зона контроля располагается в свинцово-стальной камере биологической защиты (КБЗ) с распашной дверью. Камера обеспечивает защиту окружающего производственного персонала в соответствии с действующими санитарными нормами и может быть установлена в любом производственном помещении. АО «Тестрон» может выполнить [проект](#) размещения источника ионизирующего излучения для получения разрешения Роспотребнадзора на работу.

Для удобства работы оператора, дверь камеры оснащена подвижной шторкой, открываемой вручную или автоматически. По желанию Заказчика шторка может быть оснащена смотровым окном, защищённым свинцовым стеклом. В отсутствие смотрового окна функция наблюдения за процессом контроля реализована системой видеоконтроля с выводом изображения на монитор управляющего компьютера.

Блокировка работы излучателя осуществляется с помощью двух конечных выключателей, смонтированных на двери камеры, и двух дополнительных конечных выключателей на шторке двери. Система управления разрешает работу генератора излучателя только при получении сигнала со всех четырёх концевых выключателей, т. е. при закрытой двери КБЗ и задвинутой шторке.

Комплекс построен на базе микрофокусного рентгеновского аппарата и высокоразрешающего полупроводникового плоскопанельного детектора с матрицей на аморфном кремнии. Применение высокоскоростного полупроводникового плоскопанельного детектора дает возможность вести контроль в реальном времени с высоким динамическим диапазоном без ограничений, накладываемых эффектом "блюминга".



Исследуемый объект устанавливается на рентгенопрозрачный поворотный стол (непосредственно или через рентгенопрозрачную проставку), перемещающийся по двум горизонтальным осям.

Рентгеновская трубка закреплена под предметным столом. Детектор размещен выше стола. Источник и детектор расположены на независимых подвижках и способны перемещаться по вертикали. Подвижка детектора имеет возможность наклона для изменения полярного угла облучения объекта.

Манипулятор обеспечивает просвечивание разнообразных объектов практически под любым выбранным ракурсом. Можно загружать на контроль сразу несколько однотипных изделий.

Перемещение предметного столика по осям X и Y (в горизонтальной плоскости) и

вращение вокруг оси Z с помощью 3-осевого манипулятора обеспечивает полный контроль всей зоны стола.

Источник и детектор независимо перемещаются вдоль оси излучения (ось Z), что обеспечивает удобство выбора и изменения в процессе контроля геометрического увеличения и размеров исследуемой области. При необходимости контроль можно вести в режиме большой мощности трубки, уменьшая геометрическое увеличение и, соответственно, расширяя поле контроля и увеличивая просвечивающую способность.

Конструкция рентгеновской трубки открытого типа допускает расположение объекта на минимальном расстоянии от источника излучения. При этом контроль ведется с высоким геометрическим увеличением, позволяющим в полной мере использовать преимущества микрофокусной трубки и выявлять детали объектов размером менее 500 нм (0,0005мм).

При необходимости можно уменьшить геометрическое увеличение и, соответственно, расширить поле контроля. При этом получается обзорное изображение, на котором можно выбрать участок для детального контроля.



Поворотный предметный стол и томографическая приставка.



Плоский предметный стол.

В качестве источника рентгеновского излучения используются микрофокусные рентгеновские аппараты серии Extravolt-MF с анодными напряжениями до 300кВ и мощностью на аноде трубки до 50Вт. Это позволяет вести радиоскопический контроль изделий с радиационной толщиной до 30мм стали. Конструкция рентгеновской трубки открытого типа предусматривает возможность замены любых ее внутренних элементов, что делает ее срок службы практически неограниченным.

В качестве детектора рентгеновского излучения применяются радиационно-стойкие плоскопанельные полупроводниковые детекторы высокого разрешения с различной площадью рабочей зоны. Заказчик может выбрать необходимый тип детектора в зависимости от объема финансирования и поставленной задачи.

Система видеоконтроля позволяет отслеживать расположение трубки и детектора относительно поверхностей объекта.

Манипулятор управляется с рабочего места оператора рентгенотелевизионного комплекса. Специализированное программное обеспечение позволяет управлять механическими перемещениями элементов комплекса как вручную, так и по заданным программам.

Рентгентелевизионный режим облегчает выбор участка контроля и оптимального ракурса съемки. Получение высококачественных изображений для расшифровки может производиться в покадровом режиме с сохранением результатов на жестком диске компьютера. Снимки для нескольких участков контроля могут быть объединены в «склейку». Возможно также сохранение результатов контроля в реальном времени видеороликом.

Область для детального контроля можно быстро выбрать, выделив соответствующий участок на обзорном изображении. Функция автоцентрирования может автоматически поддерживать область интереса в центре изображения при изменениях геометрии облучения.

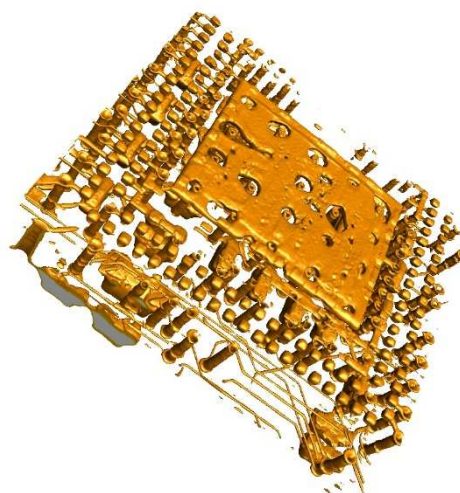
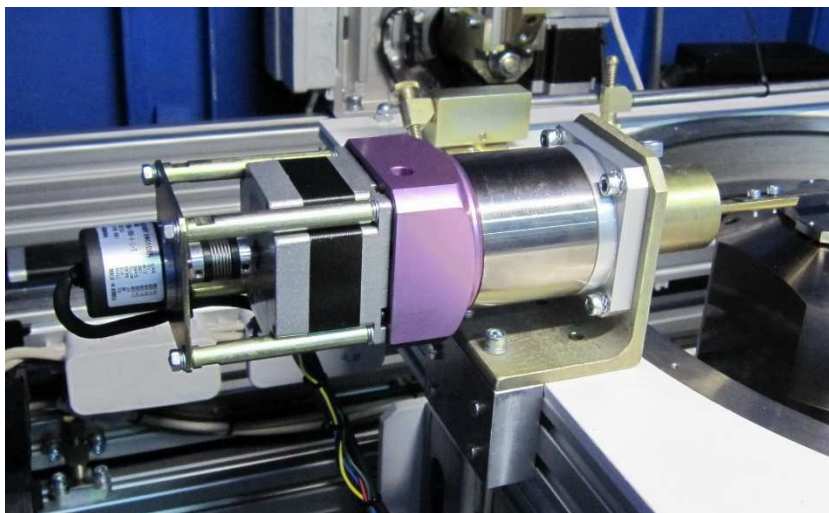
Обработка, визуализация и архивирование изображений осуществляется системой улучшения изображения «СОВА+», включающей персональный компьютер и специализированное программное обеспечение. Программа позволяет вести оптимизацию и цифровую фильтрацию изображений в реальном времени, а также архивировать результаты контроля покадрово или видеороликом.

Достижимая чувствительность контроля значительно перекрывает требования наиболее жестких классов российских и международных стандартов: 1 класс по ГОСТ 7512-82, класс В по EN 1435.

Система улучшения изображений дает возможность масштабирования, цифровой фильтрации, окрашивания изображения, автоматического поиска и измерения параметров дефектов.

Возможно определение глубины залегания дефектов по результатам двупроекционной радиоскопической съемки с помощью имеющейся специализированной программы.

Опциональный привод горизонтального вращения образца и поворотный стол дают возможность исследования объектов методами соответственно Компьютерной томографии и Планарной компьютерной томографии. Программный пакет СОВА 3D дает возможность восстановления трехмерной структуры объекта контроля по набору проекций, полученных при повороте образца, закрепленного на томографическом приводе.



Дополнительно система может комплектоваться программным модулем автоматизированного поиска и анализа дефектов.

Комплексы Filin X-PCB предназначены в первую очередь для контроля печатных плат и качества монтажа BGA-компонентов. В связи с этим программное обеспечение может дополняться опциональными модулями анализа BGA и контроля печатных плат с большим количеством функций для автоматического анализа.

HADI - Inspection Pro (v13 build 832)

FILE VIEW MEASURE BGA DETECTION DEFECT INSPECTION

Input Image: [3Raw.bmp Not Calibrated] 2048x2048px, 33.49%, 8bit, 3ch

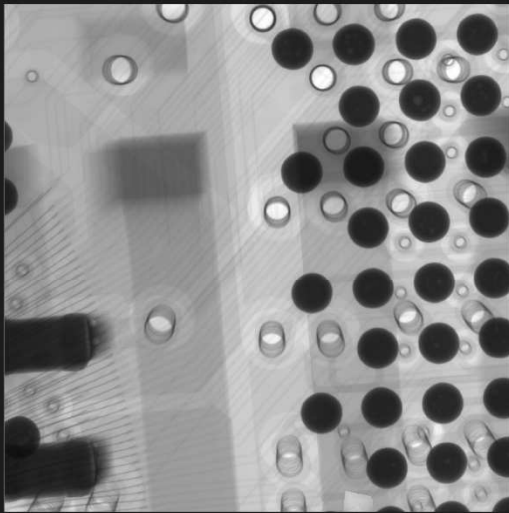
Smoothing: 0 Max radius: 100 Min radius: 50 Invert Image

Ball Types: Isolated Overlapped On Edge

Filter: 3d Overlapped Balls B-Thresholding: 25 B-Smoothing: 11

Find Balls Clear Sizes + Create Template Restore Settings

Alpha: 0 SolidLine Opacity: 100



Images: 6.bmp 3.bmp 3Raw.bmp

Image Filters: Images

Templates: Default Group

Histogram: Min: Max: Mean: 146 StdDev: 54

Measurement Tools in 3Raw.bmp

ID	Type	Name	Center[px]	Size[px]	Area[px ²]	D.Ratio	Type	Max.D.ID	Max.D.Area	Max.D.Ratio
1	3	Circle	1280,1649	164,164	21123.4	0.00%	Good			
2	17	Circle	1696,632	160,160	20105.6	0.00%	Good			
3	5	Circle	1768,1609	162,162	20611.4	0.00%	Good			
4	24	Circle	1660,139	160,160	20105.6	0.00%	Good			
5	9	Circle	1242,1163	162,162	20611.4	0.00%	Good			
6	18	Circle	1946,614	170,170	22697.3	0.00%	Good			
7	10	Circle	1487,1144	162,162	20611.4	0.00%	Good			
8	4	Circle	1521,1626	162,162	20611.4	0.00%	Good			

Defects in 3Raw.bmp

ID	ROI ID	Center[px]	Size[wh][px]	Area[px ²]	Ratio	Type	Hit
----	--------	------------	--------------	------------------------	-------	------	-----

[MT] Line selected

HADI - BGA (v25 build 1119)

TUTORIAL FILE VIEW MEASURE IMAGE BGA DETECTION VOID INSPECTION

Image: [3Raw.bmp Not Calibrated] 2048x2048px, 33.40%, 8bit, 3ch

Smoothing: 3 Radius: 29 Invert Image

Thresholding: Auto HADI Curvature: 50 Intensity: Curvature: 50 Intensity: Use Yellow Color

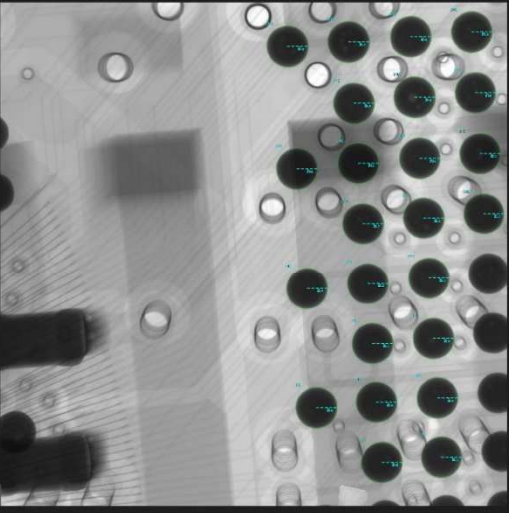
Find Isolated Balls Find Overlapped Balls

Target Ball Sizes: Max radius: 100 px Min radius: 50.00 px

In ROIs As Contours Find Balls Clear Sizes + Restore Settings Create Template

Selected Mfrs: Set as Mask Area

Alpha: 0 Pen[pt]: 1 SolidLine Opacity: 100



Images: [T1]G0[N0] 3Raw.bmp rgb

Image Filters: Images[T1]G0[N0]

Templates: C:/.../Templates

Histogram: Min: Max: Mean: 146 StdDev: 54

Measurement Tools in 3Raw.bmp

ID	Type	Name	X[px]	Y[px]	W[px]	H[px]	Len[px]	Area[px ²]	Void Area(%)	Void Dia.(%)
1	Circle		1461.1	1788.2	165.7	165.7	...	21552	...	...
2	Circle		1701.5	1766.4	166.2	166.2	...	21689.4	...	...
3	Circle		1196	1565.5	167.1	167.1	...	21942	...	...
4	Circle		1439.4	1544	165.1	165.1	...	21410.8	...	...
5	Circle		1684.7	1529.9	166.9	166.9	...	21869.6	...	...

Void Table (No ROI Selected)

ID	ROI ID	X[px]	Y[px]	W[px]	H[px]	Area[px ²]	Dia[px]	Void Area(%)	Void Dia.(%)	Status
1										NG

[FilterPanel] Set processing image 3Raw.bmp

HADI - BGA (v2.5 built 1189)

MT Usage: Smooth ROI, Flatten BG, Threshold, Contour Indent, Void Filter, Inspection, Clear, View, Settings, Results

Set Entire Area as Mask, Set Entire Area as Void, Set Segmented Area as Void

Size: 3, Iteration: 3, Intensity From: 0, Intensity To: 255, Void is white

Kernel Size: 30, Fixed: 15, Auto: 0.5, Thickness: 3

Max Size: 10000 px, Min Size: 1 px

Defects: 200, Non-Defects: 128

Sum Info, Void Label, Void Contour, Evaluation Settings, Alignment, Create Template, Restore Parameters, Export

Images[T1G0N1] 3Raw.bmp rgb

Measurement Tools 3Raw.bmp

ID	Type	Name	X(px)	Y(px)	W(px)	H(px)	Len(px)	Area(px²)	Void Area(%)	Void Dia.(%)	Status
24	Circle		1823.3	36.2	167.1	167.1	--	21945	19.8	146	NG
23	Circle		1576.5	55.4	167.2	167.2	--	21969	18.1	172.2	NG
22	Circle		1325.1	75.7	169.3	169.3	--	22525	13.5	100.4	NG
21	Circle		1078.3	94.1	168.3	168.3	--	22253	19.7	209.1	NG
20	Circle		1839	283	165.8	165.8	--	21593	19	185.8	NG

Void Table [No ROI Selected]

Viewshot take view short 40 ms

HADI - BGA (v2.5 built 1147)

MT Usage: Smooth ROI, Flatten BG, Threshold, Contour Indent, Void Filter, Inspection, Clear, View, Settings, Results

Set Entire Area as Mask, Set Entire Area as Void, Set Segmented Area as Void

Size: 4, Iteration: 3, Intensity From: 0, Intensity To: 255, Void is white

Kernel Size: 20, Fixed: 15, Auto: 0.5, Thickness: 2

Max Size: 10000 px, Min Size: 5 px

Defects: 200, Non-Defects: 128

Sum Info, Void Label, Void Contour, Evaluation Settings, Alignment, Create Template, Restore Parameters, Export

Images[T1G0N1] 3Raw.bmp rgb

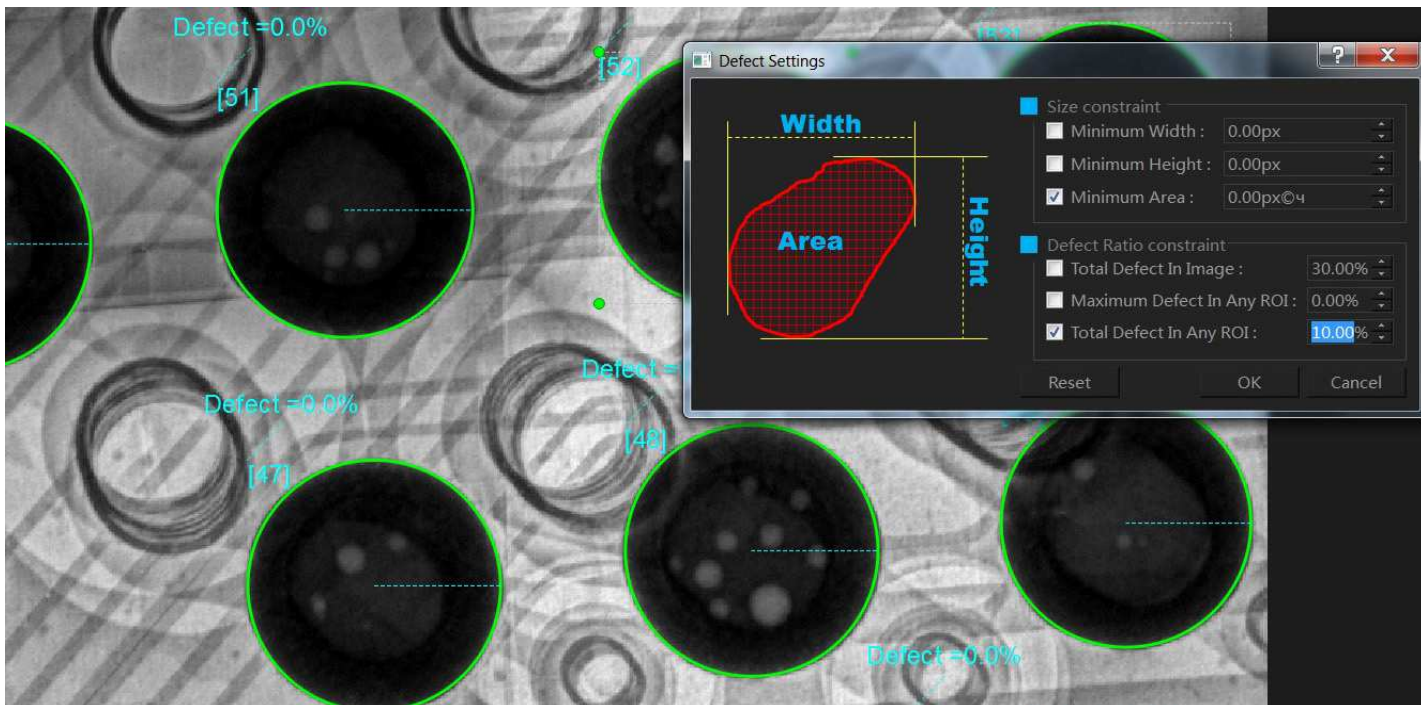
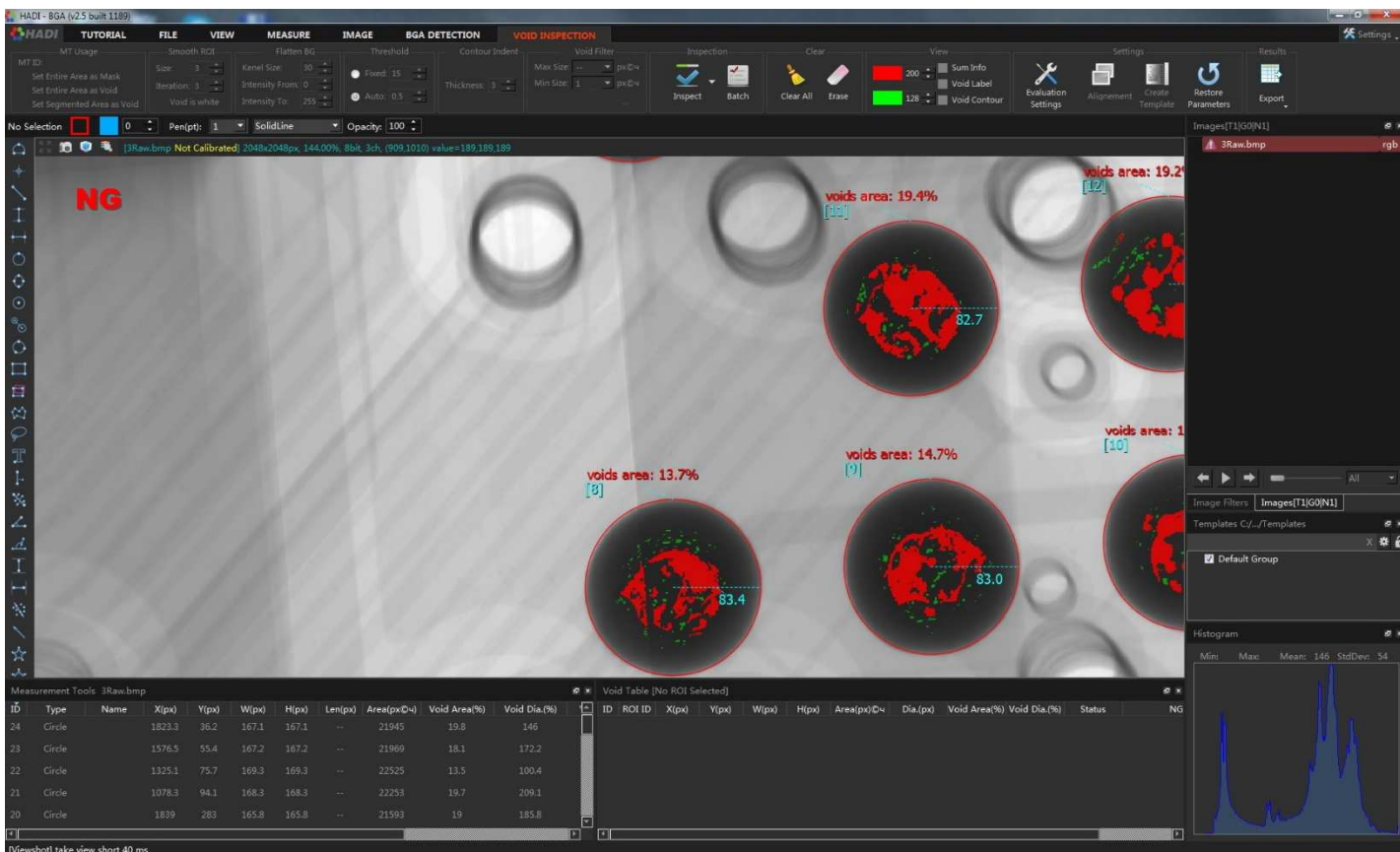
Measurement Tools 3Raw.bmp

ID	Type	Name	Center(X)	Center(Y)	Width(px)	Height(px)	Area(px²)	D.R.
2	Circle		304.797	417.671	166.127	166.127	21674.9	
3	Circle		0	0	1.1e+06	1.1e+06	0	
4	Circle		484.378	170.921	165.602	165.602	21538.2	
5	Circle		0	0	1.1e+06	1.1e+06	0	

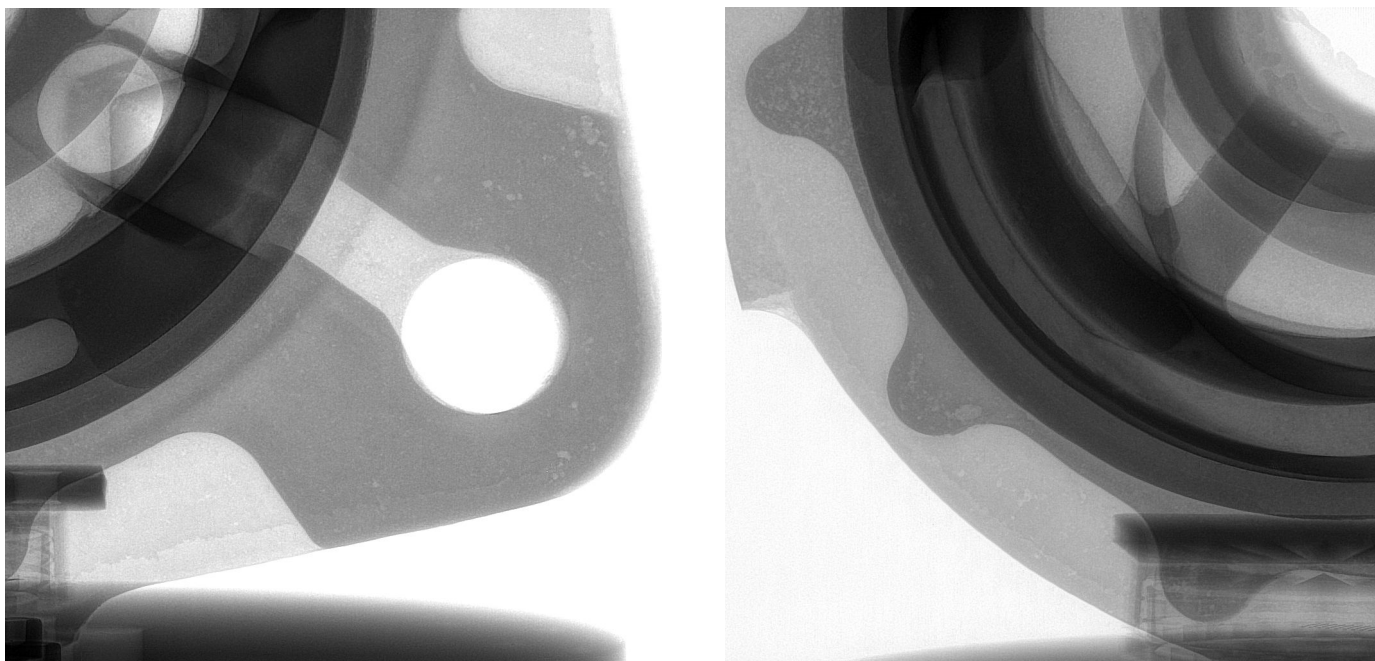
Void Table [No ROI Selected]

Parameters changed.

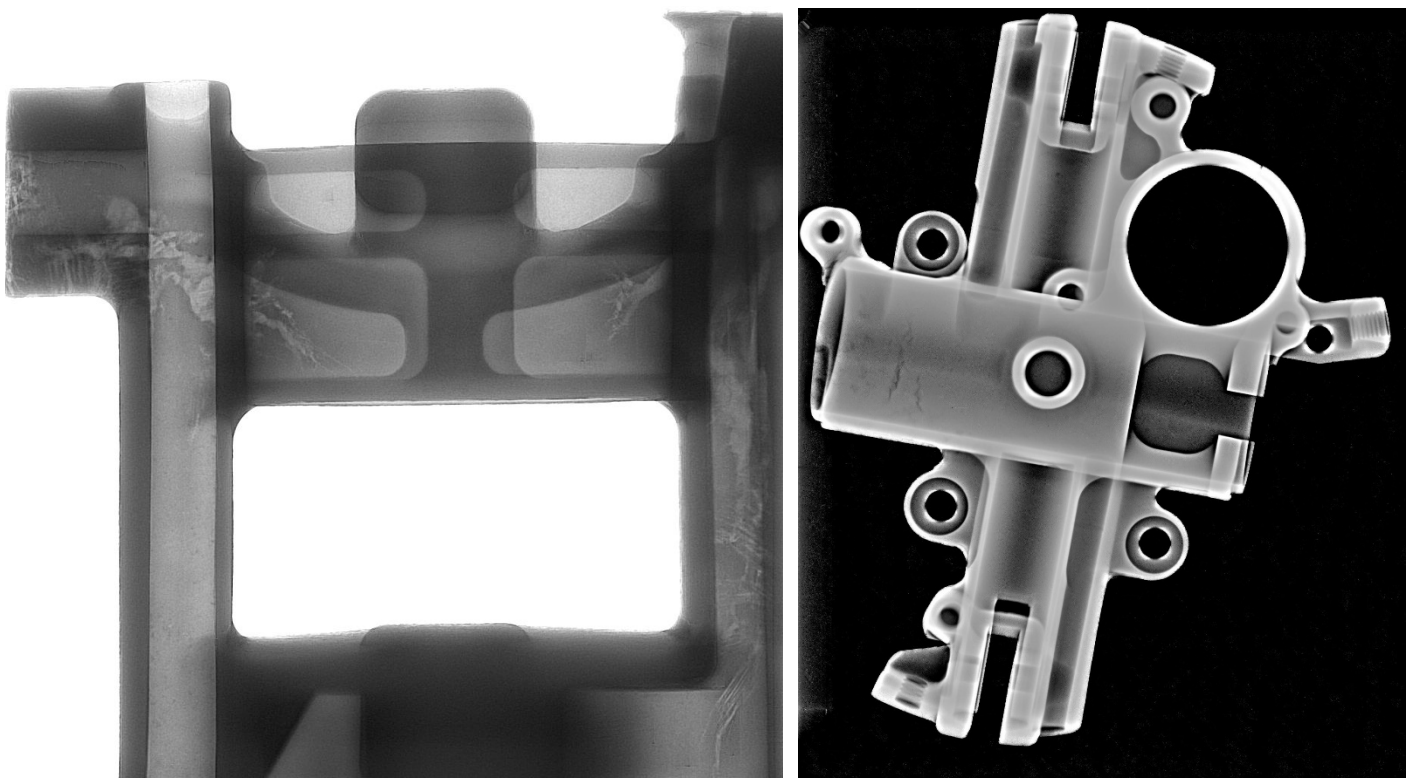
Доступно NVIDIA GeForce Game Ready Driver



Комплексы Filin позволяют контролировать широкий спектр изделий из самых различных материалов. Ограничениями являются только размер исследуемых изделий (они должны помещаться на предметный стол), их вес (ограничен грузоподъемностью манипулятора) и радиационная толщина.



Дефекты в легкосплавном литье.



Дефекты в стальных отливках.

Алгоритм цифрового выравнивания яркости и усиления контраста АВУ.

Стандартный монитор компьютера способен передавать лишь 256 градаций серого цвета, в то время как изображение, полученное с помощью современных цифровых детекторов, содержит, как правило, до 65536 градаций интенсивности (16 бит), а в некоторых случаях даже больше. Таким образом, на экран выводится лишь небольшая часть содержащейся в изображении информации. Первоначальное изображение может выглядеть невзрачно серым на экране, и в то же время, содержать в себе очень качественную картину сварного шва, турбинной лопатки или другого объекта.

Пользуясь стандартными средствами, оператор вынужден непрерывно манипулировать с гистограммой яркости, просматривая один за другим различные участки изображения, соответствующие той или иной радиационной толщине или плотности исследуемого материала.

Алгоритм **АВУ** позволяет избавить оператора от этих усилий, а также облегчить применение процедур автоматического поиска дефектов.

Решаемые задачи.

1. Сужение гистограммы яркости путем ослабления слабоконтрастного фона. Эта задача наиболее очевидна и, в принципе, решается известными методами типа алгоритма нечеткого маскирования. Однако подобные методы неизбежно привносят артефакты, серьезно искажающие изображение, например, «ложные подрезы» сварных соединений.

2. Ослабление избыточного контраста, обусловленного структурными особенностями объекта. Эта проблема более серьезна, так как требует для своего решения более продвинутых способов анализа изображения, нежели простая селекция по пространственной частоте. Между тем, отмеченные особенности избыточного контраста расходуют значительную часть динамического диапазона картинка, не позволяя усилить контраст интересующих пользователя слабоконтрастных деталей, связанных, например, с дефектами изделия.

Особенности алгоритма АВУ программы SOVA.

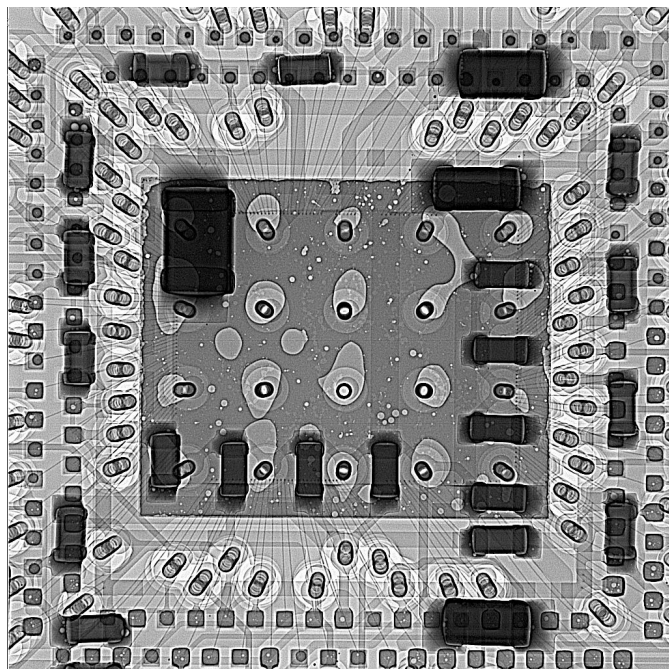
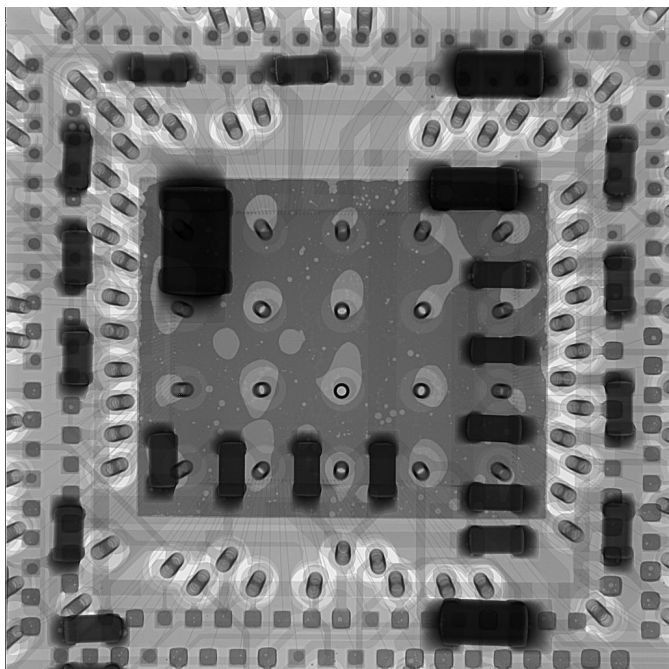
АО «Тестрон» применяет в программном обеспечении SOVA+ собственный оригинальный алгоритм цифрового выравнивания яркости и усиления контраста, эффективно решающий сформулированные проблемы. Алгоритм основан на разработанной процедуре нелокального адаптивного анализа изображения.

В ходе обработки изображения определяются его статистические параметры, затем анализируется весь спектр имеющихся в изображении пространственных частот. При этом адаптивность алгоритма обеспечивает избирательный характер обработки особенностей разной степени контраста. На заключительной стадии процесса происходит автоматическая оптимизация яркости и контраста выводимого на экран монитора изображения.

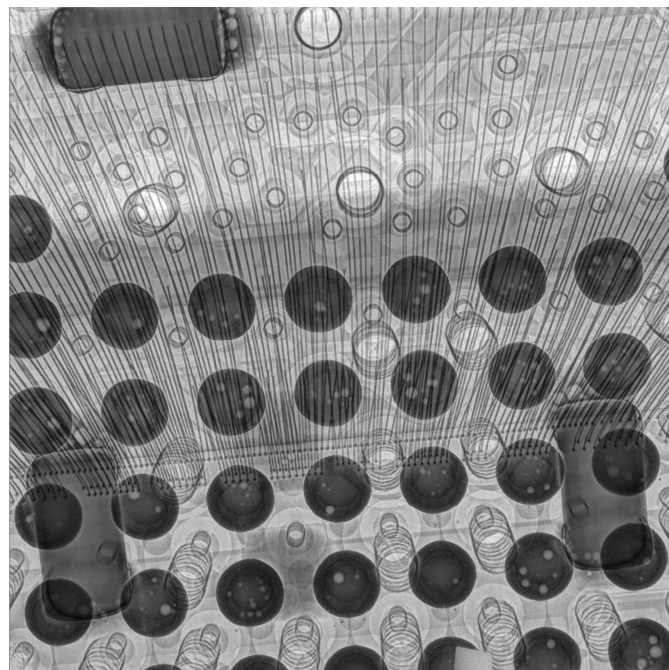
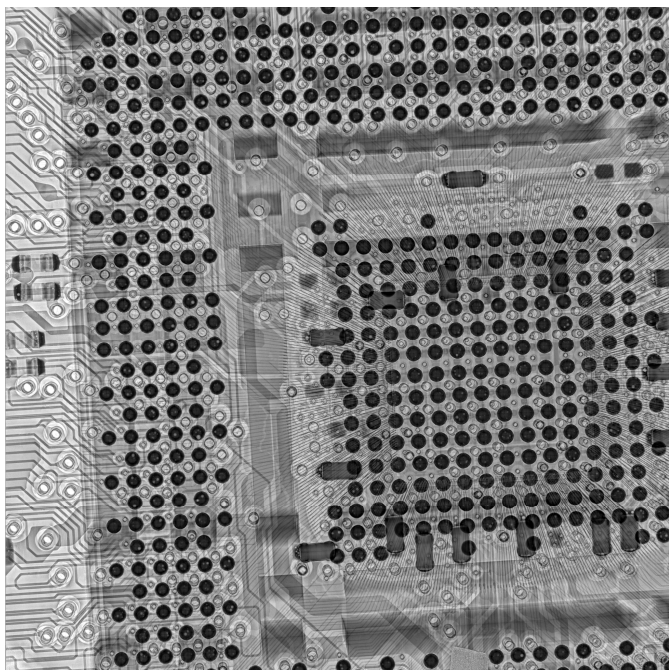
В основе подбора настраиваемых параметров алгоритма лежит анализ большого количества реальных рентгеновских изображений, полученных специалистами АО «Тестрон» в ходе пусконаладочных работ и опытной эксплуатации в лабораториях и на объектах различных предприятий.

В результате, алгоритм АВУ позволяет одновременно наблюдать на экране монитора изображения дефектов, расположенных на участках с радиационными толщинами, отличающимися во много раз.

Алгоритм носит универсальный характер и не требует от оператора настройки под каждый конкретный объект.



Применение алгоритма АВУ.



Автоматическая оптимизация яркости и контраста.

Опция КТ - режим 3D-контроля.

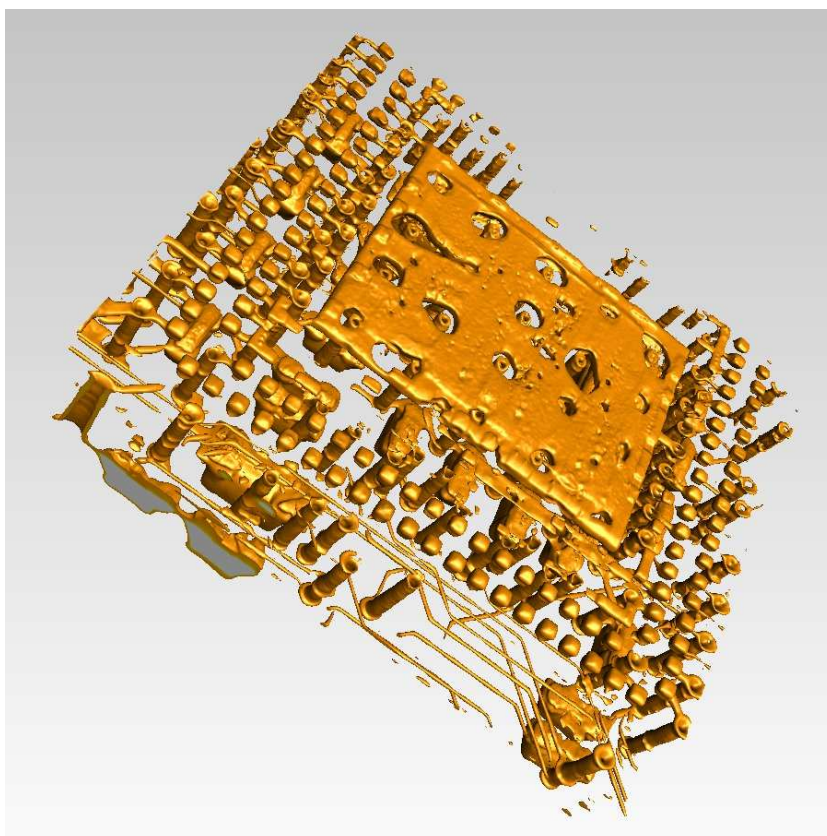
При наличии в составе комплекса опции КТ (Компьютерная томография) возможно получение трехмерной модели объекта с последующей визуализацией как произвольных сечений, так и трехмерного изображения всего объекта или выбранных его областей.

Программа трехмерной визуализации позволяет вывести на экран изображение трехмерной модели объекта в выбранном ракурсе с применением приемов цифровой обработки, облегчающих анализ объектов со сложной внутренней структурой (окрашивание, освещение, полупрозрачные изображения, разрезы).

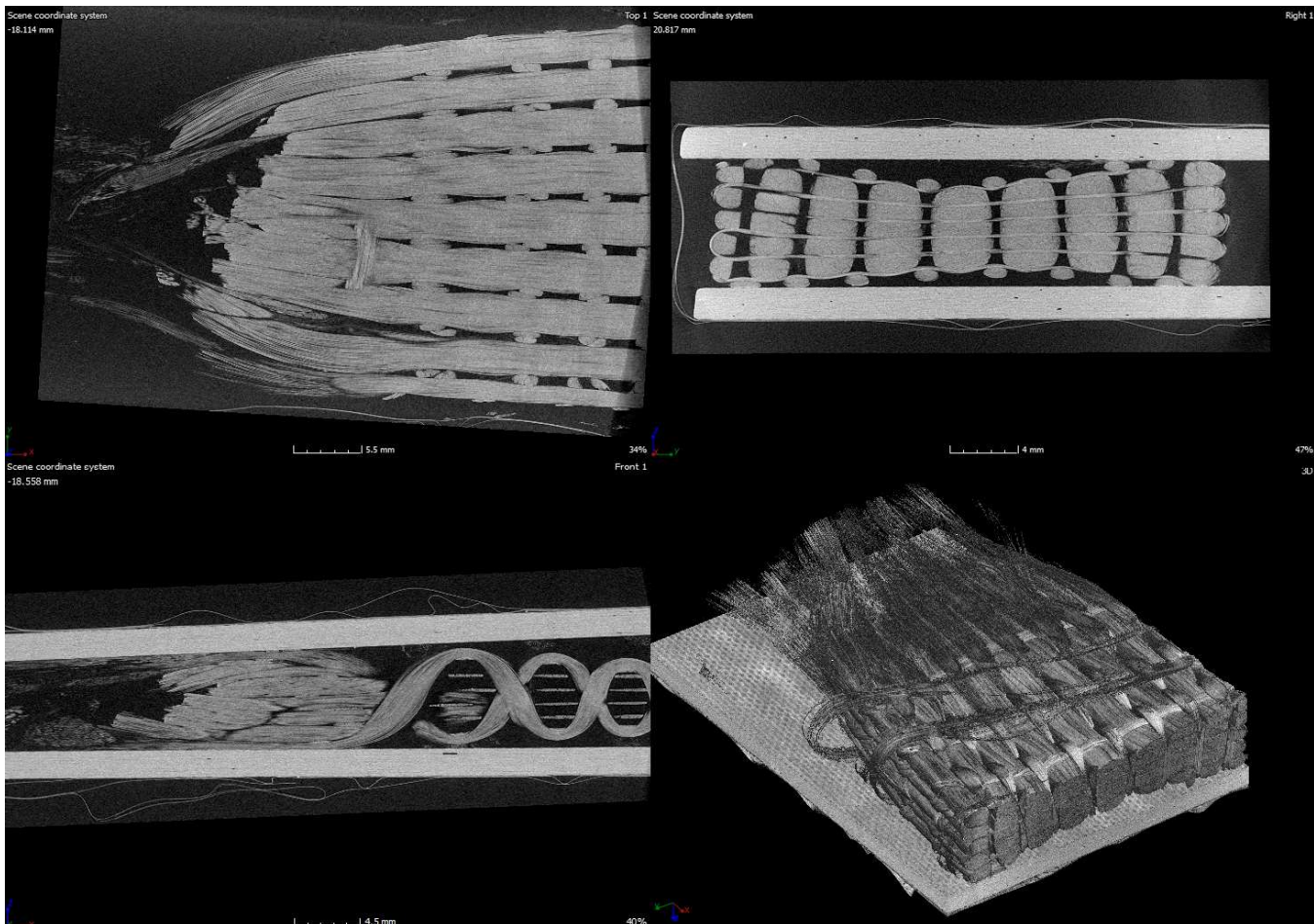
По изображениям сечений можно выполнять точные измерения расстояний и углов с автоматической привязкой к характерным точкам объекта. В частности, оператор может быстро измерить положение каждого выявленного дефекта относительно стенок объекта.

Доступны программные модули автоматического анализа 3D-моделей:

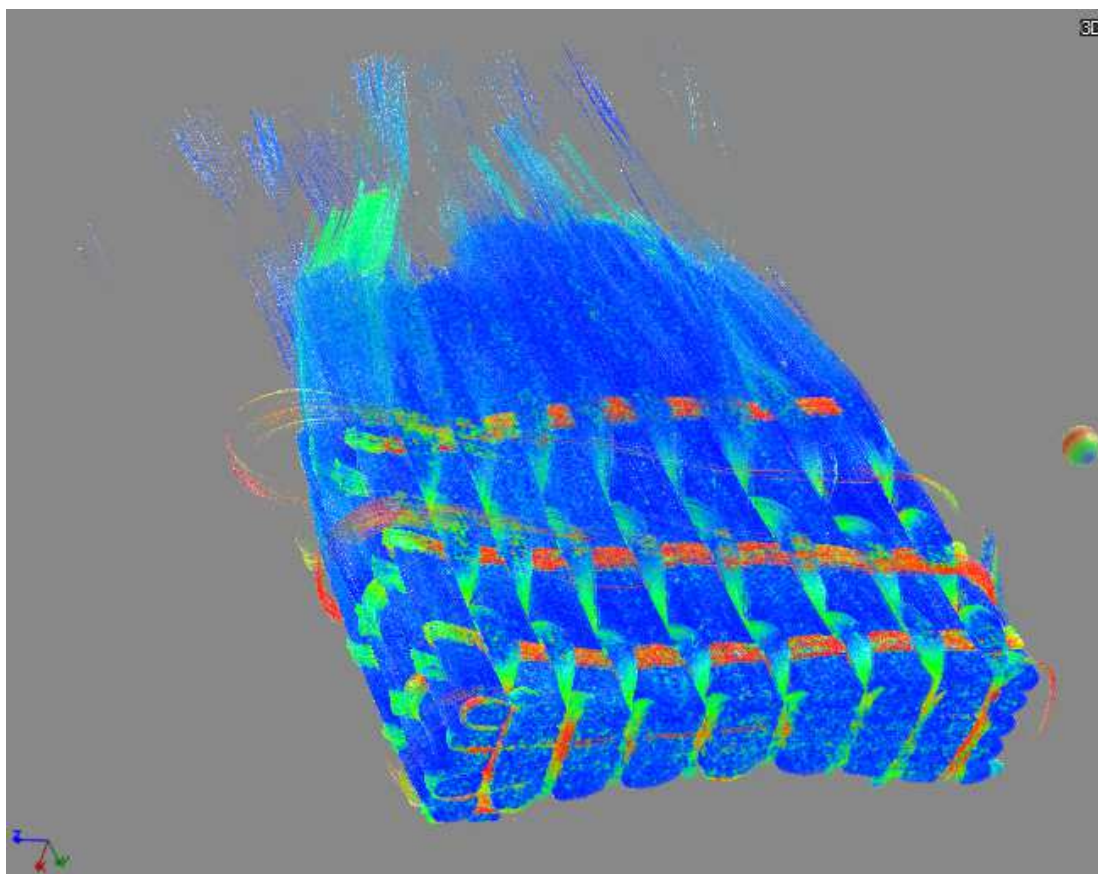
- модуль координатных измерений;
- модуль сравнения с САПР данными;
- модуль анализа пустот и включений;
- модуль анализа губчатых материалов;
- модуль анализа волоконно-композитных материалов.



Примечание: Корректное построение 3D-модели возможно лишь для объектов, размеры и радиационная толщина которых позволяют обеспечивать просвечивание всей зоны интереса при вращении на 360°. Необходимость вращения объекта ограничивает диапазон геометрического увеличения в зависимости от размеров объекта. Томография с большим увеличением, и соответственно высоким пространственным разрешением, возможна лишь для объектов небольшого размера в сечении.



Трёхмерная модель ленты из углеродного волокна

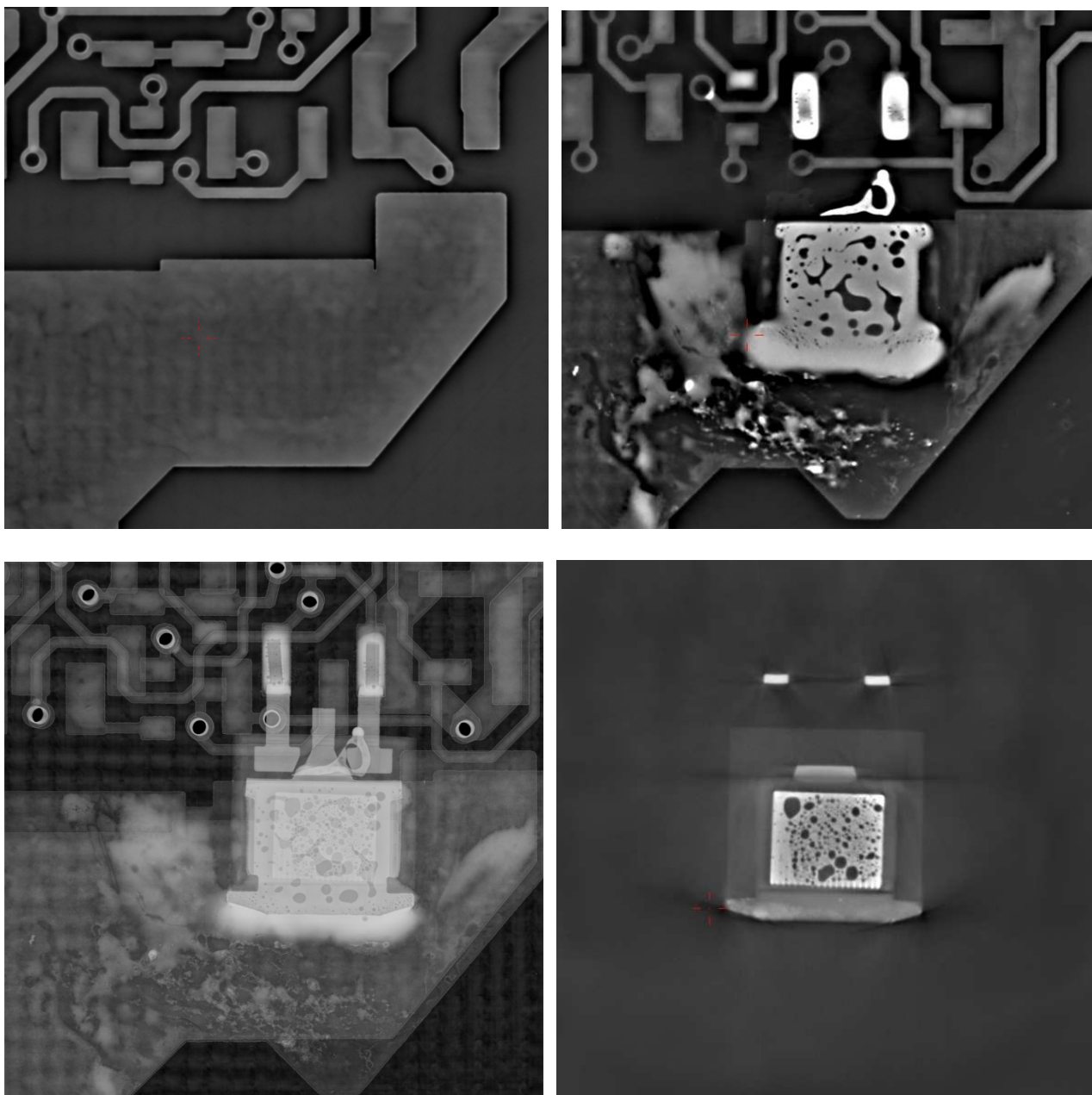


*Применение Модуля анализа волокно-композитных материалов.
Цвет определяется пространственной ориентацией волокон.*

Опция ПКТ - режим послойной визуализации. (Только для трубок с углом выхода излучения 160°)

Для реализации опции ПКТ (Планарная компьютерная томография) используется входящий в состав комплекса высокоточный рентгенопрозрачный поворотный предметный стол. По результатам планарной томографической съемки производится послойная визуализация объектов, например, раздельная визуализация уровней многослойного печатного монтажа.

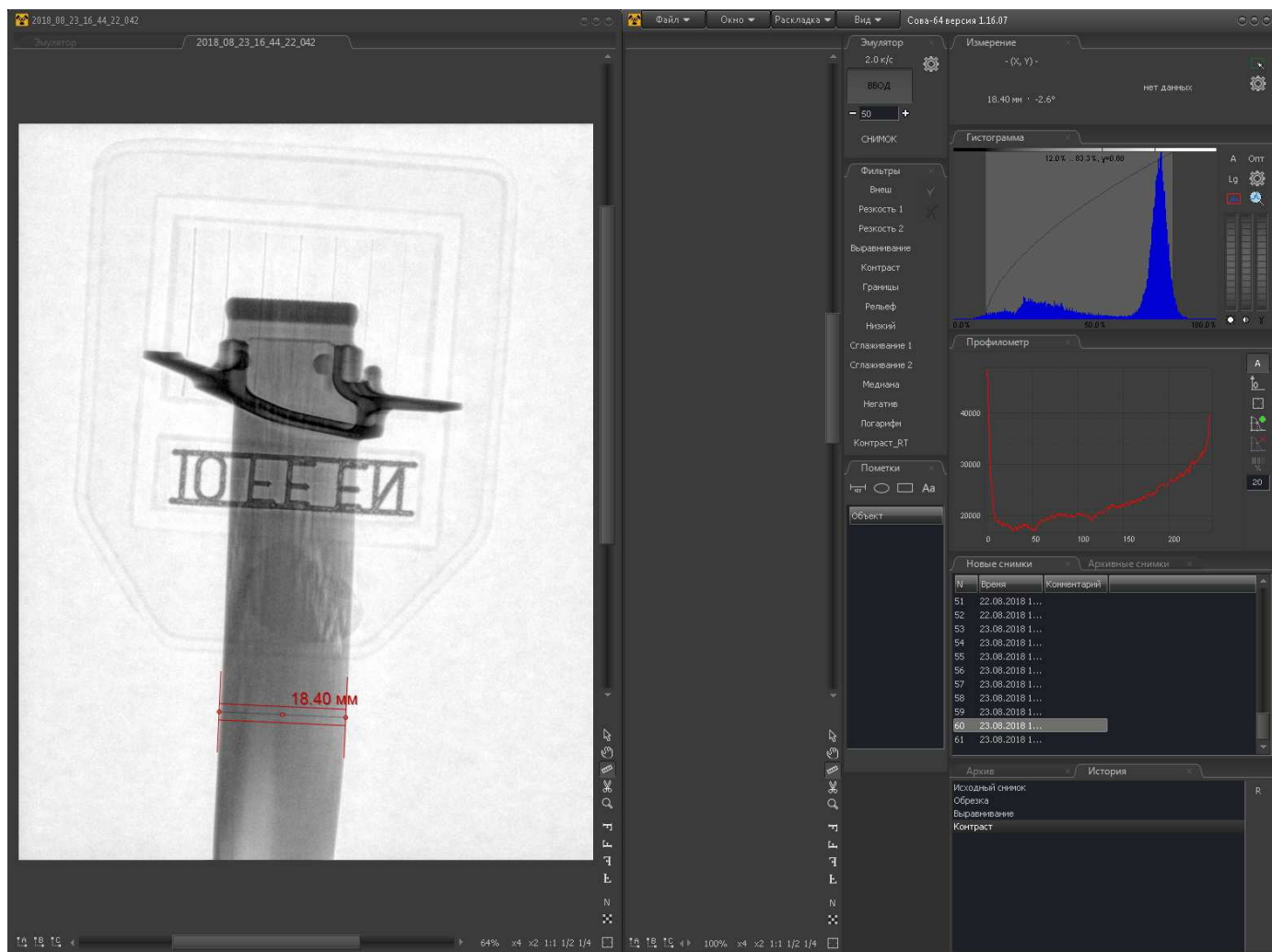
В отличие от случая КТ пользователь не получает полной трехмерной модели объекта, однако преимущество ПКТ состоит в возможности контроля с высоким геометрическим увеличением объектов большой площади, например крупных печатных плат.



*В левом нижнем углу – 2D-снимок участка платы.
Сверху, в правом верхнем углу и справа – послойная визуализация
того же участка по результатам
планарной томографии.*

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «SOVA+».

Программное обеспечение SOVA+ является одной из самых современных систем управления рентгеновскими установками. Модульный принцип компоновки позволяет проводить легкую адаптацию программного обеспечения к радиоскопическим и радиографическим установкам любой сложности. Унифицированные интерфейсы взаимодействия позволяют устанавливать в оборудование произвольные детекторы рентгеновского излучения и рентгеновские аппараты. Настраиваемые модули обслуживания механических перемещений обеспечивают удобное управление и программирование различных типов манипуляторов. Поддержка открытых архитектур позволяет взаимодействовать с широким спектром внешних устройств, таких как контроллеры Siemens, Allen-Bradley, серверы баз данных SQL и т.д. Использование международного формата DICOMDE позволяет проводить легкий обмен данными с оборудованием и программным обеспечением сторонних производителей, таким как, например, комплексные системы управления производством. Высокоэффективные модули обработки и повышения качества изображений повышают диагностическое качество получаемых рентгеновских снимков и минимизирует риск ошибок операторов. Программное обеспечение работает на дружелюбной к пользователю платформе Windows, имеет простой удобный интерфейс и большое количество функций, многие из которых не имеют аналогов в конкурирующих пакетах программного обеспечения.



Интерфейс модуля SOVA+.

Программное обеспечение состоит из следующих основных компонентов:

Модуль управления установкой SOVA-CONTROL:

- Ручное и автоматизированное управление излучателем.
- Ручное и автоматизированное управление манипулятором.
- Составление программ контроля (количество программ не ограничено).
- Ввод оператором исходных данных исследуемых деталей.
- Автоматическое перемещение и экспонирование детали по заданной программе.
- Контроль и отображение состояния элементов РТС.
- Управление рентгеновским аппаратом и автоматическая тренировка трубки.
- Управление излучением и всеми осями манипулятора через интерфейс программы
- Возможность программирования процесса контроля, включая механические перемещения, съемку и архивирование результатов
- Управление координатами предметного стола с клавиатуры ПК.
- Управление координатами предметного стола перетаскиванием точки на изображении.
- Управление геометрическим увеличением и координатами предметного стола выделением квадрата на изображении.
- Автоматическое пошаговое сканирование областей.
- Автоматическое подключение нужных калибровочных данных при изменении увеличения.

Модуль цифровой обработки и архивирования изображений SOVA+:

Назначение

- Ввод изображений в реальном времени, или статических с накоплением.
- Обработка и улучшение статических и динамических изображений.
- Анализ и расшифровка изображений.
- Архивирование статических изображений и видео.
- Выработка протокола контроля.

Основные функции

Ввод изображений и управление детектором

- Автоматическая инициализация детектора.
- Автоматическое или ручное задание параметров детектора (усиление, время интегрирования, биннинг).
- Геометрические преобразования при вводе изображения (область интереса, поворот, отражение).
- Создание и выбор калибровочных карт детектора (офсет, усиление, карта битых пикселей).

Обработка динамических изображений

- Регулировка яркости и контраста в реальном времени.
- Масштабирование изображения в реальном времени.
- Подавление шумов в реальном времени.

- Улучшение читаемости изображения с помощью фильтров различного типа.

Улучшение статических изображений

- Оптимизация яркости и контраста по гистограмме всего изображения или его выделенной части.
- Автоматическая оптимизация яркости и контраста, задаваемая по всему изображению или его выделенной части.
- Масштабирование прокруткой, выделением, выбором масштаба.
- Улучшение читаемости изображения с помощью фильтров различного типа.
- Устранение «разноплотности» снимка, выравнивание яркости по полю изображения для одновременного просмотра участков разной толщины.
- Универсальный фильтр оптимизации контраста (флэш-фильтр).
- Цифровая «лупа».
- Цифровой биннинг.
- Негатив.
- Окрашивание.
- Редактирование и выполнение последовательностей действий.

Анализ и расшифровка изображений

- Измерение расстояний и размеров дефектов на объекте контроля.
- Формирование линейки с привязкой к объекту (формирование непрерывной линейки по всей длине объекта с использованием датчика пути) (Опция ПЛ).
- Измерение яркости (плотности) в данной точке.
- Вывод гистограммы яркости изображения или его выделенной части.
- Построение профиля яркости по выделенному отрезку.
- Определение нормализованного отношения сигнал/шум по ISO 17636 (Опция НИС).
- Автоматизированное определение базового пространственного разрешения по снимку эталона Duplex Wire (Опция НИС).
- Автоматизированный поиск дефектов (Опция АПД).

Анализ и расшифровка РСВ

- Автоматический контроль VGA компонентов.
- Автоматическое вычисление пустот в шариках припоя.
- Измерение геометрических размеров по изображению и по гистограмме яркости.
- Добавление аннотаций.
- Автоматическое определение пустот.

Архивирование изображений

- Поддержка локальных и удаленных баз данных с разграничением прав доступа.
- Настраиваемый протокол контроля.
- Нанесение текста и меток на изображение.

- Запись оцифрованных изображений на внешние носители.
- Экспорт данных в стандартных графических форматах: **jpg, bmp, gif, pdf, psd...**
- Экспорт данных без потери качества в формате **tiff 16 bit**.
- Поддержка формата DICONDE для хранения изображений и обмена данными с другими программами.
- Сшивка изображений для имитации длинного детектора (для контроля участков, длина которых превышает размер детектора).
- Видеозапись результатов динамического контроля в реальном времени.
- Поддержка основных алгоритмов сжатия, включая форматы без потерь информации (ZIP) и форматы с потерей информации (JPEG 2000).
- Печать изображений и протоколов контроля.
- Распечатка снимка в масштабе 1:1 или в произвольном масштабе.

Архив

Фильтры

Дата: 23.12.2014

Наименование:

Номер:

Применить фильтры

Сбросить фильтры

Дата	Протокол	Наименование	Номер	Заключение	Дефекты	Дефектоскопист	Рас
22.11.2014	6		123	Не готово			
22.11.2014	6		234	Не готово			
22.11.2014	7		345	Не готово			
22.11.2014	7		456	Не готово			
17.12.2014		50.6140.0.415.000С	1	Не готово		Радионов Д.А.	
17.12.2014		50.6140.0.415.000С	2	Не готово		Радионов Д.А.	
17.12.2014		50.6140.0.415.000С	test2	Не готово			
17.12.2014		50.6140.0.415.000С	test3	Не готово			
17.12.2014		Test1	123	Не готово			
21.12.2014		17.6106.2.030.000	1	Не готово		Радионов Д.А.	
22.12.2014		17.6106.2.030.000	test1	Не готово			
22.12.2014		17.6106.2.030.000	test2	Не готово			
22.12.2014		T7.92.6140.040.903.70_В 2	Проба	Не готово			
22.12.2014		T7.92.6140.040.903.70_В 2	проба2	Не готово			
23.12.2014		T7.92.6140.040.903.70_В 2	1	Не готово	есть	Радионов Д.А.	
23.12.2014		apn	1	Не готово		Радионов Д.А.	

Открыть снимки

Заключение

Обновить

Закрыть

Программа управления установкой [Ver 0.12©Тестрон 2014 г.]

Заключение

Дата/Время: 17.12.2014 12:45:06

№ протокола:

Наименование/номер чертежа: 50.6140.0.415.000С

№ детали: 2

Дефектоскопист: Радионов Д.А.

Заключение: Не готово

Дефекты:

Расшифровщик:

Комментарий:

Кадр_#01_

Кадр_#02_

Кадр_#03_

Кадр_#04_

Сохранить

Закрыть без сохранения

Интерфейсы архива результатов и протокола контроля

Программно аппаратный комплекс SOVA-3D (Опция 3D-ПО)

Состав:

- Программа управления сбором проекционных данных.
- Программа реконструкции и визуализации. трехмерных изображений.
- Рабочая станция.

Основные функции программного обеспечения SOVA64-3D:

- подготовка данных для восстановления трехмерной структуры объекта.
- автоматизированная коррекция неточностей юстировки манипулятора и детектора.
- построение трехмерной модели объекта для стандартной томографии в коническом пучке.
- построение трехмерной модели объекта для спиральной и планарной томографии (Опция).
- выполнение сечений и разрезов на трехмерной модели объекта.

- применение эффектов освещения, теней, регулируемой прозрачности.
- окрашивание модели.
- построение произвольных двумерных сечений объекта.
- измерение расстояний и размеров дефектов на сечениях.
- измерение углов на сечениях.
- экспорт сечений в стандартных графических форматах.
- создание анимационных роликов в формате .AVI и пакетов двумерных изображений.

Загрузка изделий в камеру.

Для быстрой и удобной смены объекта контроля системы серии X-PCB могут быть оснащены роботом-загрузчиком Kawasaki, которые обладают высокой скоростью и точностью позиционирования.

При использовании робота для загрузки и выгрузки изделий, изделия необходимо подавать в зону работы робота в специальных кассетах или паллетах, где каждое изделие находится в определенном месте и определенном положении. Датчики, закрепленные на захвате робота, автоматически распознают ситуацию отсутствия изделия для контроля и пропускают данную ячейку. Робот может быть установлен как внутри камеры, так и снаружи.

В рамках работ по пуско-наладке и внедрению системы в промышленное производство специалисты АО «ТЕСТРОН» проводят настройку робота на автоматическую загрузку и выгрузку типовых изделий заказчика.



Технические характеристики систем серии X-PCB.

Серия	FILIN X-PCB	FILIN X-PCB
Тип	Compact-160	Compact-225
Высокое напряжение	До 160 кВ	До 225 кВ
Максимальная рабочая зона контроля ¹	310 x 310 мм	310 x 310 мм
Максимальный размер плоского предметного стола ²	430 x 430 мм	430 x 430 мм
Максимальный размер контролируемого изделия ³	440 x 550 мм	440 x 550 мм
Диаметр поворотного стола (опция) ⁴	Ø 340 мм	Ø 340 мм
Максимальная высота образца ⁵	450 мм	450 мм
Максимальная масса образца	5 кг	5 кг
Фокусное расстояние	30 – 810 мм	30 – 810 мм
Толщина поверхности предметного стола	0,4 мм	0,4 мм
Максимальное геометрическое увеличение	~ 2'000x	~ 2'000x
Максимальное полное увеличение	~ 256'000x	~ 256'000x
Размер дверцы загрузки изделий (ширина*высота)	300 x 390 мм	300 x 390 мм
Размер защитной камеры	1100 x 1100 x 2100 мм	1100 x 1100 x 2100 мм
Масса камеры с оборудованием (примерно)	~ 1450 кг	~ 2500 кг
Манипулятор		
Тип манипулятора	Автоматизированный манипулятор с ЧПУ и 6-ю степенями свободы (3 степени свободы у столика, 1 степень свободы у трубки и 2 степени свободы у детектора).	
Состав и функциональность манипулятора	<ul style="list-style-type: none"> • 2-осный манипулятор предметного стола. • Съёмный поворотный стол для изделий. • 1-осный манипулятор рентгеновской трубки. • 2-осный манипулятор детектора. • Концевые датчики и блокировки. • Кабель-шлеппера для надежного крепления кабелей. • Регулируемые скорости движений и поворотов. 	
Максимальный вес рентгеновской трубки	50 кг.	50 кг.
Максимальный вес рентгенотелевизионного детектора	10 кг.	10 кг.
Максимальный вес исследуемого изделия	5 кг.	5 кг.
Диаметр поворотного стола	Ø 340 мм	Ø 340 мм
Ось X	Горизонтальная ось, перемещение изделия параллельно входному окну камеры.	
Предел перемещений	315 мм	315 мм
Скорость перемещения	0 ... 10,0 мм/сек.	0 ... 10,0 мм/сек.
Точность позиционирования	± 0,05 мм	± 0,05 мм
Ось Y	Горизонтальная ось, перемещение изделия перпендикулярно входному окну камеры.	
Предел перемещений	315 мм	315 мм
Скорость перемещения	0 ... 10,0 мм/сек.	0 ... 10,0 мм/сек.
Точность позиционирования	± 0,05 мм	± 0,05 мм
Ось Z1	Вертикальная ось перемещения рентгеновской трубки, регулировка геометрического увеличения.	

Предел перемещений	320 мм.	320 мм.
Диапазон расстояний от трубки до стола	0 – 320мм	0 – 320мм
Скорость перемещения	0 ... 10,0 мм/сек.	0 ... 10,0 мм/сек.
Точность позиционирования	± 0,3 мм	± 0,3 мм
Ось Z2	Вертикальная ось перемещения детектора, регулировка геометрического увеличения.	
Предел перемещений	460 мм.	460 мм.
Диапазон расстояний от детектора до стола	30 – 490 мм	30 – 490 мм
Скорость перемещения	0 ... 10,0 мм/сек.	0 ... 10,0 мм/сек.
Точность позиционирования	± 0,3 мм	± 0,3 мм
Ось λ1 (Лямбда)	Наклон детектора относительно оси Z.	
Предел перемещений ⁵	± 72° (144°)	± 72° (144°)
Скорость перемещения	0 ... 6° /сек.	0 ... 6° /сек.
Точность позиционирования	± 0.25 °	± 0.25 °
Ось λ2 (Лямбда)	Наклон трубки относительно оси Z (только для трубок закрытого типа с углом выхода излучения менее 140°)	
Предел перемещений	± 45°	± 45°
Скорость перемещения	0 ... 6° /сек.	0 ... 6° /сек.
Точность позиционирования	± 0.25 °	± 0.25 °
Ось Ω (Омега)	Поворот изделия относительно вертикальной оси Z.	
Предел перемещений	n x 360° (бесконечное вращение)	n x 360° (бесконечное вращение)
Скорость перемещения	0 ... 10° /сек.	0 ... 10° /сек.
Точность позиционирования	± 0.1 °	± 0.1 °
ЧПУ. Автоматическое управление установкой.	Полностью программируемое автоматизированное управления с консоли оператора. Автоматическое выполнение последовательности действий по заданной оператором программе. Последовательности действий включают перемещения манипуляторов на заданные в программе позиции, установку параметров рентгеновского аппарата и детектора, получение, обработку и запись в базу данных рентгеновских снимков.	
Рентгеновские трубки	Большой выбор микрофокусных рентгеновских трубок открытого и закрытого типа с напряжениями до 240кВ. По умолчанию системы комплектуются микрофокусными трубками высокой мощности.	
Рентгенотелевизионные детекторы	Большой выбор детекторов высокого разрешения на основе аморфного кремния или CMOS технологии с размерами рабочего поля до 430x430мм, включая термостабилизированные детекторы для получения радиоскопических изображений высочайшего качества и скоростной компьютерной томографии	
Компьютерная томография	Дополнительно приобретаемая опция для всех система серии FILIN X-PCB включает в себя все необходимые компоненты и программное обеспечение для получения 2D/3D изображений с использованием скоростных высоко разрешающих плоскочастотных детекторов	
Максимальный диаметр рабочей зоны компьютерной томографии	Зависит от выбранного типа плоскопанельного детектора и геометрии просвечивая. При минимальном геометрическом увеличении примерно равен 150мм для детекторов 2020, 250мм для детекторов 3025, 350мм для детекторов 4040, 380мм для детекторов 4343.	
Минимальный размер вокселя (трехмерного пикселя)	Зависит от типа детектора, трубки, размера образца и геометрии просвечивания. До 1 мкм с использованием микрофокусных трубок.	
Кабина биологической защиты		
Максимальное напряжение на трубке	Не более 160 кВ.	Не более 225 кВ.

Максимальная мощность трубки при максимальном напряжении	Не более 500 Вт.	Не более 500 Вт.
Уровень фона на расстоянии 10 см от поверхности камеры	Не более 1.0 мкзВ/ч. Повышенная защита от излучения.	
Конструкция кабины	Многослойная (сталь-свинец-сталь) панельная конструкция на стальной раме.	
Сервисная дверь	Большая дверь для загрузки изделий большого размера и удобного сервисного обслуживания.	
Загрузочная дверца	Ручная или автоматическая дверца для быстрой загрузки изделий размером с рабочую зону контроля.	
Система безопасности	Дважды дублированная система блокировки (магнитная + механическая). Система безопасности включает блокировочные контакты на двери, внутреннюю и внешнюю сигнальные лампы, внутреннюю и внешнюю кнопки аварийного выключения излучения, звуковое оповещение	
Внутреннее оснащение кабины	Снабжена внутренним освещением и электрическими розетками. Встроенные лабиринты для приточно-вытяжной вентиляции и ввода кабелей.	
Цвет кабины	Сочетание темно-серого, светло-серого и темно-красного.	
АРМ Оператора	Пульт управления со встроенной рабочей станцией для управления установкой и просмотра/обработки изображений.	
Рабочие элементы управления	<ul style="list-style-type: none"> • Эргономичная панель управления. • Встроенные мониторы изображения и управления. • Механические джойстики и кнопки для базового управления манипулятором. • Программные панели визуализации для расширенного управления и программирования манипулятора. • Полноразмерная клавиатура и мышь. 	
Рабочая станция	Процессор Intel Core i3, 4 ядра, 4 потока, кэш-память 6 Мб, техпроцесс 14 нм. Базовая тактовая частота процессора 2,70 GHz. Оперативная память 16 Gb. Максимальный объем памяти 64 Мб. Жесткий диск 1 Тб DVD-RW Сетевая карта 1 Gbps TX. Монитор изображения с диагональю 24", разрешение 1920x1080 Операционная система Windows 10x64 русская.	
Программное обеспечение	Sova-64 + PCB Включает дополнительные опции анализа и расшифровки PCB: <ul style="list-style-type: none"> • Автоматический контроль BGA компонентов. • Автоматическое вычисление пустот в шариках припоя. • Измерение геометрических размеров по изображению и по гистограмме яркости. • Добавление аннотаций. • Автоматическое определение пустот. 	
Дополнительные устройства		
Навигационная камера	Встроенная навигационная камера с разрешением 640x480 пикселей для визуальной навигации по объекту контроля.	

¹ В этой зоне обеспечивается полноценный контроль со всеми возможными режимами работы оборудования.

² Указан размер рентгенопрозрачной области предметного стола. Возможен контроль изделий размером на весь размер предметного стола, но с рядом ограничений на позиционирование изделия и предельное геометрическое увеличение за пределами максимальной рабочей зоны контроля.

³ Максимальный размер изделия, которое можно физически разместить в камере. Области изделия за пределами рентгенопрозрачной зоны рабочего стола не будут доступны для контроля.

⁴ Сменный поворотный стол не входит в стандартную комплектацию и поставляется опционально. Он позволяет реализовать максимум функций оборудования, в том числе несколько видов обзорной томографии. Следует обратить внимание что при установке поворотного стола максимальные размеры исследуемого изделия не должны превышать диаметр рабочей зоны поворотного стола.

⁵ Большие и высокие размеры объектов контроля могут ограничивать возможность наклона детектора. Максимальный наклон детектора приведен для детектора 1313SR при контроле печатных плат или других плоских объектов малой высоты. При использовании детекторов большего размера или при контроле изделий больших габаритов максимальный наклон детектора уменьшается, так как детектор упрется в предметный стол или исследуемое изделие. Наклон в $\pm 72^\circ$ (140°) реализуется для детекторов 1313SR, 1515SR, 2120SR и других детекторов меньших габаритов.

Технические характеристики моноблочных рентгеновских аппаратов с рентгеновской трубкой закрытого типа, устанавливаемых в системы X-PCB.

Тип	Extravolt-110H MF	Extravolt-130H MF	Extravolt-150H MF
Конструкция генератора	Моноблочный с рентгеновской трубкой закрытого типа		
Пределы регулировки выходного напряжения	40 – 110 кВ	30 – 130 кВ	40 – 150 кВ
Шаг установки выходного напряжения	0,1 кВ	0,1 кВ	0,1 кВ
Точность установки выходного напряжения	±1%	±1%	±1%
Повторяемость установки выходного напряжения (T=const)	±0,3%	±0,3%	±0,3%
Стабильность выходного напряжения	±0,1%	±0,1%	±0,1%
Пределы регулировки тока трубки - в режиме малого фокуса - в режиме среднего фокуса - в режиме большого фокуса	10 – 800 мкА 10 – 800 мкА 10 – 800 мкА	10 – 300 мкА 10 – 300 мкА 10 – 300 мкА	10 – 250 мкА 10 – 500 мкА 10 – 500 мкА
Шаг установки тока трубки	0,1 мА	0,1 мА	0,1 мА
Точность установки тока трубки	±1,5%	±1,5%	±1,5%
Повторяемость установки тока трубки (T=const)	±0,1%	±0,1%	±0,1%
Стабильность тока трубки	±0,1%	±0,1%	±0,1%
Максимальная анодная мощность трубки * - в режиме малого фокуса - в режиме среднего фокуса - в режиме большого фокуса	6 Вт 23 Вт 50 Вт	4 Вт 39 Вт	10 Вт 30 Вт 75 Вт
Размер фокусного пятна по стандарту EN12543 * - в режиме малого фокуса - в режиме среднего фокуса - в режиме большого фокуса	15 мкм 40 мкм 80 мкм	5 мкм 20 мкм	7 мкм (5 мкм при 4Вт) 20 мкм 50 мкм
Минимальное фокусное расстояние	16,8 мм	13 мм	17 мм
Угол выхода излучения	62° конус	45° конус	43° конус
Внутренняя фильтрация	200 мкм бериллия	200 мкм бериллия	200 мкм бериллия
Материал анода (мишени)	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам
Рабочий цикл	100%, 24 часа в сутки при температуре не более 35°C		
Размеры моноблока (Д x Ш x В)	350 x 175 x 220 мм	278 x 270 x 140 мм	320 x 140 x 298 мм
Вес моноблока	15 кг	15 кг	14 кг
Система охлаждения			
Тип системы охлаждения охлаждения анода	Встроенный вентилятор		

* У микрофокусных аппаратов размер фокусного пятна зависит от мощности трубки и плавно изменяется от минимального размера при минимальной мощности до максимального размера при предельно разрешенной мощности трубки. Режимы малого/среднего/большого фокуса – это начальная, средняя и конечная точки на графике зависимости размера фокусного пятна от мощности трубки. Более полную информацию можно найти в документации на рентгеновский аппарат.

Технические характеристики кабельных рентгеновских генераторов (серия X) для рентгеновских трубок открытого типа, устанавливаемых в системы X-PCB.

Тип рентгеновского генератора	Extravolt-160X MF	Extravolt-190X MF	Extravolt-225X MF
Конструкция генератора	Стационарный, кабельный, для использования с рентгеновскими трубками открытого типа		
Высоковольтный генератор			
Максимальное выходное напряжение	160 кВ	190 кВ	225 кВ
Максимальный выходной ток генератора	10 мА	10 мА	10 мА
Максимальная мощность генератора	1000 Вт	1000 Вт	1000 Вт
Пределы регулировки выходного напряжения	5 – 160 кВ	5 – 190 кВ	5 – 225 кВ
Шаг установки выходного напряжения	0,1 кВ	0,1 кВ	0,1 кВ
Точность установки выходного напряжения	±1%	±1%	±1%
Повторяемость установки выходного напряжения (T=const)	±0,01%	±0,01%	±0,01%
Стабильность выходного напряжения	±0,1%	±0,1%	±0,1%
Пределы регулировки тока трубки	0,01 – 10 мА	0,01 – 10 мА	0,01 – 10 мА
Шаг установки выходного тока	0,1 мА	0,1 мА	0,1 мА
Точность установки выходного тока	±1,5%	±1,5%	±1,5%
Повторяемость установки выходного тока (T=const)	±0,01%	±0,01%	±0,01%
Стабильность выходного тока	±0,1%	±0,1%	±0,1%
Тип высоковольтного разъема	R24	R24	R30
Рабочий цикл	100%, 24 часа в сутки при температуре не более 45°C		
Размеры генератора (Д x Ш x В)	1040 x 355 x 530	1040 x 355 x 530	1040 x 355 x 530
Вес генератора	153 кг	153 кг	153 кг
Рентгеновская трубка	Открытого типа с напряжением до 160кВ	Открытого типа с напряжением до 190кВ	Открытого типа с напряжением до 225кВ
Высоковольтный кабель			
Тип кабеля и высоковольтных разъемов	160кВ R24 – R24	200кВ R24 – R24	250кВ R30 – R30
Длина кабеля	7 м	7 м	7 м
Система охлаждения			
Тип системы охлаждения	Замкнутый контур: вода 60% + антифриз 40% => воздух		
Охлаждение теплоносителя замкнутого контура	Воздух		
Встроенные защиты системы охлаждения: - Защита по давлению охлаждающей жидкости - Защита по температуре охлаждающей жидкости - Задержка выключения системы охлаждения	Да Да Да		

Технические характеристики основных рентгеновских трубок открытого типа (для генераторов серии X), устанавливаемых в системы X-PCB.

Серия трубок TCNF		Открытого типа, нано-фокусные с конденсорной линзой и алмазной мишенью высокого разрешения.		
Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в индустрии электроники, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> ❖ BGA микросхемы, интегральные схемы (IC), соединения ❖ Полупроводники элементы и пластины ❖ Экранированные устройства, корпуса, комплектные модули ❖ Масштабирование чипов на уровне пластины (WLCSP) ❖ Безвыводные QFN чипы и аналогичные компоненты ❖ Печатные платы и скрытые переходные соединения ❖ Пустые печатные платы, многослойные платы ❖ Силовые модули, IGBT модули 		Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в науке и промышленности, в том числе: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Пластмассы, керамика, легкие сплавы ❖ Компаунды, материалы, армированные волокном ❖ Органические материалы, семена, стволы деревьев ❖ Грунты, замороженные буровые керны ❖ Бетон, камни ❖ Археологические находки, картины, статуи ❖ Сверхпроводящий материалы 		
Наименование трубки	160 TCNF	190 TCNF	225 TCNF	
Пределы регулировки высокого напряжения	20 - 160 кВ	20 - 190 кВ	20 - 225 кВ	
Пределы регулировки анодного тока трубки	0,05 – 1,0 мА			
Максимальная мощность на мишени	25 Вт (50Вт с опцией TCNF Plus)			
Минимальный размер фокального пятна	0,8 мкм			
Разрешение по тесту JIMA	0,7 мкм			
Размер модуляции при определении разрешающей способности по JIMA-тесту	5%			
Тип трубки	Прострельная			
Тип мишени	Алмазная, высокого разрешения			
Материал мишени (подложка / активный слой)	Алмаз / Вольфрам			
Минимальное расстояние фокус-объект	0,3 мм			
Распознавание элементов	< 0,3 мкм			
Угол выхода излучения	160°			
Вес трубки	38 кг	38 кг	58 кг	

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в индустрии электроники, в том числе:

- ❖ BGA микросхемы, интегральные схемы (IC), соединения
- ❖ Полупроводниковые элементы и пластины
- ❖ Экранированные устройства, корпуса, комплектные модули
- ❖ Масштабирование чипов на уровне пластины (WLCSP)
- ❖ Безвыводные QFN чипы и аналогичные компоненты
- ❖ Печатные платы и скрытые переходные соединения
- ❖ Пустые печатные платы, многослойные платы
- ❖ Силовые модули, IGBT модули

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в медицинской промышленности, в том числе:

- ❖ Медицинские устройства, такие как кардиостимуляторы или имплантируемые кардиовертер-дефибрилляторы (ICD)
- ❖ Титановые и керамические имплантаты
- ❖ Стенты
- ❖ Шприцы
- ❖ Ингаляторы
- ❖ Флаконы с вакцинами

Наименование трубки	160 TC	190 TC	225 TC
Пределы регулировки высокого напряжения	20 - 160 кВ	20 - 190 кВ	20 - 225 кВ
Пределы регулировки анодного тока трубки	0,05 – 1,0 мА		
Максимальная мощность на мишени	10 Вт		
Минимальный размер фокального пятна	1,2 мкм		
Разрешение по тесту JIMA	0,9 мкм		
Размер модуляции при определении разрешающей способности по JIMA-тесту	5%		
Тип трубки	Прострельная		
Тип мишени	Высокой яркости		
Материал мишени (подложка / активный слой)	Бериллий / Вольфрам		
Минимальное расстояние фокус-объект	0,25 мм		
Распознавание элементов	< 0,4 мкм		
Угол выхода излучения	160°		
Вес трубки	37 кг	37 кг	58 кг

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в аэрокосмической индустрии, в том числе:

- ❖ Mechanical components like control valves or flap actuators
- ❖ Кольцевая электронно-лучевая сварка (ЕВ) в проводах и воздуховодах
- ❖ Роторные и турбинные лопатки
- ❖ Авиационные турбины
- ❖ Электронные сборки
- ❖ Небольшие титановые и алюминиевые отливки
- ❖ Композитные материалы

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в автомобильной промышленности, в том числе:

- ❖ Электронные сборки
- ❖ Электронные блоки управления
- ❖ Микромеханические устройства
- ❖ Заглушки и обжимки
- ❖ Аккумуляторы

Наименование трубки	160 THE Plus	190 THE Plus	225 THE Plus
Пределы регулировки высокого напряжения	20 - 160 кВ	20 - 190 кВ	20 - 225 кВ
Пределы регулировки анодного тока трубки	0,05 – 1,0 мА		
Максимальная мощность на мишени	50Вт		
Минимальный размер фокального пятна	4,0 мкм		
Разрешение по тесту JIMA	2,0 мкм		
Размер модуляции при определении разрешающей способности по JIMA-тесту	5%		
Тип трубки	Прострельная		
Тип мишени	Алмазная, высокой энергии		
Материал мишени (подложка / активный слой)	Алмаз / Вольфрам		
Минимальное расстояние фокус-объект	0,3 мм		
Распознавание элементов	< 1,0 мкм		
Угол выхода излучения	160°		
Вес трубки	31 кг	31 кг	52 кг

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в индустрии электроники, в том числе:

- ❖ BGA микросхемы, интегральные схемы (IC), соединения
- ❖ Полупроводниковые элементы и пластины
- ❖ Экранированные устройства, корпуса, комплектные модули
- ❖ Масштабирование чипов на уровне пластины (WLCSP)
- ❖ Безвыводные QFN чипы и аналогичные компоненты
- ❖ Печатные платы и скрытые переходные соединения
- ❖ Пустые печатные платы, многослойные платы
- ❖ Силовые модули, IGBT модули

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в медицинской промышленности, в том числе:

- ❖ Медицинские устройства, такие как кардиостимуляторы или имплантируемые кардиовертер-дефибрилляторы (ICD)
- ❖ Титановые и керамические имплантаты
- ❖ Стенты
- ❖ Шприцы
- ❖ Ингаляторы
- ❖ Флаконы с вакцинами

Наименование трубки	160 THE	190 THE	225 THE
Пределы регулировки высокого напряжения	20 - 160 кВ	20 - 190 кВ	20 - 225 кВ
Пределы регулировки анодного тока трубки	0,05 – 1,0 мА		
Максимальная мощность на мишени	25 Вт		
Минимальный размер фокального пятна	4,0 мкм		
Разрешение по тесту JIMA	2,0 мкм		
Размер модуляции при определении разрешающей способности по JIMA-тесту	5%		
Тип трубки	Прострельная		
Тип мишени	Алмазная, высокой энергии		
Материал мишени (подложка / активный слой)	Алмаз / Вольфрам		
Минимальное расстояние фокус-объект	0,3 мм		
Распознавание элементов	< 1,0 мкм		
Угол выхода излучения	160°		
Вес трубки	30 кг	30 кг	51 кг

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в индустрии электроники, в том числе:

- ❖ BGA микросхемы, интегральные схемы (IC), соединения
- ❖ Полупроводники элементы и пластины
- ❖ Экранированные устройства, корпуса, комплектные модули
- ❖ Масштабирование чипов на уровне пластины (WLCSP)
- ❖ Безвыводные QFN чипы и аналогичные компоненты
- ❖ Печатные платы и скрытые переходные соединения
- ❖ Пустые печатные платы, многослойные платы
- ❖ Силовые модули, IGBT модули

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в медицинской промышленности, в том числе:

- ❖ Медицинские устройства, такие как кардиостимуляторы или имплантируемые кардиовертер-дефибрилляторы (ICD)
- ❖ Титановые и керамические имплантаты
- ❖ Стенты
- ❖ Шприцы
- ❖ Ингаляторы
- ❖ Флаконы с вакцинами

Неразрушающий микрофокусный рентгеновский контроль в автомобильной промышленности, в том числе:

- ❖ Электронные сборки
- ❖ Электронные блоки управления
- ❖ Микромеханические устройства
- ❖ Заглушки и обжимки
- ❖ Аккумуляторы

Наименование трубки	160 T	190 T	225 T
Пределы регулировки высокого напряжения	20 - 160 кВ	20 - 190 кВ	20 - 225 кВ
Пределы регулировки анодного тока трубки	0,05 – 1,0 мА		
Максимальная мощность на мишени	10 Вт		
Минимальный размер фокального пятна	4,0 мкм		
Разрешение по тесту JIMA	2,0 мкм		
Размер модуляции при определении разрешающей способности по JIMA-тесту	5%		
Тип трубки	Прострельная		
Тип мишени	Высокой яркости		
Материал мишени (подложка / активный слой)	Бериллий / Вольфрам		
Минимальное расстояние фокус-объект	0,25 мм		
Распознавание элементов	< 1,0 мкм		
Угол выхода излучения	160°		
Вес трубки	30 кг	30 кг	51 кг

Технические характеристики основных рентгентелевизионных детекторов, устанавливаемых в системы X-PCB.

Тип	1313SR	1515SR	2120HR
Тип детектора	Цифровой плоскочелюстной детектор высокого разрешения		
Режимы работы	DR (цифровая радиография, интегрирование) RTR (радиоскопия в реальном времени, сканирование)		
Материал сцинтиллятора	Gadox или CsI (в зависимости от требований заказчика)		
Размеры входного окна	130*130 мм	146*146 мм	206 x 198 мм
Размер пикселя	127 мкм	127 мкм	100 мкм
Число элементов	1024 x 1024	1152 x 1152	2064 x 1980
Соотношение сигнал/шум	более 88 дБ	более 88 дБ	более 78 дБ
Пространственное разрешение (без увеличения)	~ 7,87 линий / мм	~ 7,87 линий / мм	~ 10 линий / мм
Визуальное разрешение (без увеличения)	≥ 10 линий / мм	≥ 10 линий / мм	≥ 11 линий / мм
Частота кадров - при полном разрешении - при биннинге 2:2	30 кадр/с 60 кадр/с	28 кадр/с 56 кадр/с	24 кадр/с 48 кадр/с
Разрядность оцифровки	16 бит	16 бит	14 бит
Интерфейс детектора	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
Размер детектора	183x177x55 мм	183x177x55 мм	280x250x52 мм

В составе системы могут поставляться более 50 типов рентгентелевизионных детекторов с различными размерами входного окна и пространственным разрешением. Полный список детекторов доступен по дополнительному запросу. В таблице приведены технические характеристики наиболее популярных детекторов, устанавливаемых в более чем 95% поставляемых систем.

Чем больше размер входного окна детектора, тем больший участок исследуемого изделия вы можете увидеть на экране. Это особенно актуально при использовании геометрического увеличения.

Расширенные технические характеристики дополнительных компонентов систем серии X-PCB, общие для всех типов систем в серии.

Тип	Compact-160/190/225
Дополнительные компоненты оборудования	Не входят в базовую комплектацию, поставляются по заказу
Опция КТ. Компьютерная томография.	Дополнительная приставка с функцией высокоточного вращения объекта контроля. ПО сканирования и реконструкции для конического пучка. Требуется опция 3D-ПО.
Опция ПКТ. Планарная компьютерная томография. (Только для трубок с углом выхода излучения 160°)	ПО сканирования и реконструкции для планарной томографии. Требуется опция 3D-ПО.
Опция 3D-ПО. Программно-аппаратный комплекс SOVA-3D.	Замена стандартной рабочей станции на более мощную, требуемую для трехмерной визуализации и обработки. Включает программное обеспечение для компьютерной томографии, включая модули базовой СТ-реконструкции и 3d-визуализации. - CPU Core i7 - RAM 32-128 Гб (в зависимости от типа детектора) - SSD 240Gb + HDD 2 TB - Video 3072 Mb со встроенным ускорителем вычислений CUDA - Операционная система Windows 10 x64 русская
Система видеонаблюдения	4-камерная цветная с квадрантом и монитором.
	Камера 1 зоны просвечивания обеспечивает оптическое изображение исследуемой зоны изделия. Камера 2 внутреннего обзора обеспечивает вид сверху взаимного расположения объекта исследования и компонентов комплекса. Камера 3 внутреннего обзора обеспечивает вид сбоку взаимного расположения объекта исследования и компонентов комплекса. Камера 4 наружного обзора обеспечивает вид на зону загрузки объекта исследования.
Опция ЛДГ. Локализация дефекта по глубине.	Опциональный компонент для определения глубины залегания дефекта по результатам двупроекционной съемки. Обнаружив дефект, оператор отмечает его курсором, затем дает команду на съемку со смещением стола, и отмечает новое положение дефекта. Система вычисляет глубину залегания дефекта.
Опция ПЛ. Формирование линейки с привязкой к объекту.	Формирование линейки для длинных объектов.
Опция ASTM. Оценка основных параметров цифрового детектора.	Оценка основных параметров цифрового детектора (Digital Detector Array (DDA)), измерения проводятся с целью определения базовых (эталонных) технических характеристик и отслеживания долговременной стабильности системы DDA в соответствии с международным стандартом ASTM E2597.
Эталон JIMA RT RC-02B	Эталон пространственного разрешения. Штриховая мира с шириной линий 0,4 – 15мкм.
Эталон JIMA RT RC-05	Эталон пространственного разрешения. Штриховая мира с шириной линий 3 – 50мкм.
Опция АПД. Автоматизированный поиск дефектов.	Автоматизированный поиск дефектов для систем автоматической разбраковки. Настраивается на объекты определенных типов. Возможность использования для конкретных объектов требуется согласовывать с техническими специалистами производителя оборудования.
Опция BGA.	Дополнительное ПО для 2D-анализа. Автоматическое детектирование BGA, автоматический анализ пустот в различных объектах, в т.ч., в элементах BGA-структуры.

<p>Опция 3D-PB. Расширенная 3D-визуализация</p>	<ul style="list-style-type: none"> • возможность подключения доп. модулей анализа трехмерных моделей • области интереса в воксельных и CAD-моделях • сегментация и классификация • создание поверхностной модели и экспорт в STL-формате • взаимная конвертация данных в виде вокселей, полигональных моделей, облаков точек. • импорт CAD-моделей в форматах STEP, IGES • математические операции с воксельными данными • цифровая фильтрация • автоматическая оценка по выбранным критериям • макросы и шаблоны • создание отчетов, включая экспорт в XLSX и PDF файлы • комбинированный анализ, например, оценка размеров дефекта в сравнении с толщиной стенки
<p>Дополнительные модули анализа трехмерных моделей</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Модуль координатных измерений (Требуется 3D-PB) • Модуль сравнения с САПР данными (Требуется 3D-PB) • Модуль анализа толщины стенок (Требуется 3D-PB) • Модуль анализа пустот и включений (Требуется 3D-PB) • Модуль анализа губчатых материалов (Требуется 3D-PB) • Модуль анализа волокно-композитных материалов (Требуется 3D-PB)