

потенциальных зонда расположенные в держатели прижимаются к образцу. Держатель зондов может перемещаться. Через образец пропускается ток. Величина тока контролируется амперметром. Разность потенциалов между точками, к которым прижимаются потенциальные зонды, измеряется с помощью вольтметра, удельное сопротивление рассчитывается по формуле  $\rho = \frac{U \cdot a \cdot b}{I \cdot L}$ , где  $U = \frac{U_1 + U_2}{2}$ ,  $U_1$ ,  $U_2$  – падение напряжения на потенциальных зондах при различных направлениях тока;  $a$ ,  $b$  – ширина и толщина соответственно;  $L$  – расстояние между потенциальными зондами.

УДК 621.382

## **НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ**

Студенты гр. 11312115 Фольинсков Д. И., Тихоновец Е. С.

Кандидат техн. наук, доцент Пантелеев К. В.,

кандидат техн. наук, доцент Свистун А. И.

Белорусский национальный технический университет

В связи с интенсивным развитием технологии производства радиоэлектронной аппаратуры (автоматизация монтажно-сборочных операций, миниатюризация и др.), а также непрерывным повышением требований качества и надежности изделий, возникает необходимость в использовании эффективных методов контроля пайки и сборки как комплексных печатных плат, так и отдельных компонентов. Среди физических методов диагностики и неразрушающего контроля паяных соединений наиболее широко применяются оптические и рентгеновские методы. При комбинировании этих методов достигается наиболее эффективный контроль.

Оптические методы позволяют находить механические повреждения пайки и сборки, вызванные либо неаккуратным обращением с электронными компонентами, либо заводским (технологическим) браком. Некоторые дефекты печатных плат, такие как разрывы и повреждения металлизации переходных отверстий, могут быть выявлены оптическими методами под углом наклона к объекту  $30^\circ$ – $45^\circ$ . Однако данные типы дефектов выявляются только при демонтаже электронного компонента. В большинстве случаев демонтаж не позволяет дальнейшее использование компонента. Кроме того, разрушение паянного соединения может привести к зарождению дефектов в области исследуемого участка платы.

Использование рентгеновских методов (рис.) в дополнение к оптическим позволяет производить неразрушающий контроль паяных соединений, при этом обеспечивается выявление дефектов, не решаемых оптическими методами (например, пустоты в шариках припоя).

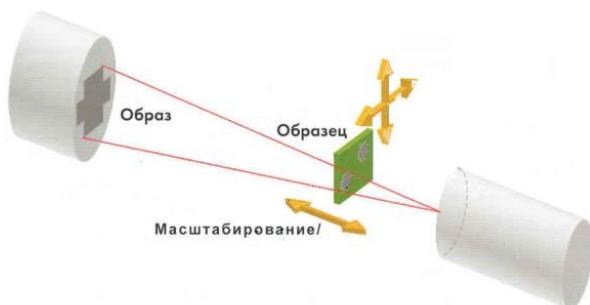


Рис. Схема двухмерного рентгеновского микроскопа

Эффективность рентгеноскопии в сочетании с оптической инспекцией печатных узлов подтверждена для микросхем BGA, CSP, Flip Chip в большинстве изделий.

УДК 681.518.3

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

Магистрант Асимов А. Р.<sup>1</sup>, студент гр. 11303115 Платыник Е. А.<sup>2</sup>

Кандидат техн. наук, доцент Савченко А. Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Дополненная реальность все чаще используется в современных производственных процессах как средство взаимодействия работника с цифровой информационной системой. В связи с этим проблематика совмещения изображений реальных и виртуальных объектов в рамках рабочего пространства человека приобретает особую актуальность.

Для корректной работы алгоритмов совмещения требуется точное определение пространственного положения как наблюдателя, так и окружающих его реальных объектов. Классические методы решения этой проблемы (например, использование графических маркеров на поверхностях) не всегда применимы в рамках реальной рабочей среды.

В данной работе рассматриваются возможности и ограничения использования систем внутреннего позиционирования на основе сверхширокополосных сигналов (СШП), при создании виртуальной реальности.