

меандрах были исследуемые алюминиевые пленки, а проводником служил слой V-Cu-Ni, полностью облуженный индиевым припоем. Ширина пленки алюминия составляла 200 мкм, площадь — 200 квадратов.

В результате проведенных исследований установлено, что кривые температурной зависимости относительного изменения сопротивления пленки имеют два характерных участка: в диапазоне температур от 4,2 К до 50 К — обусловленный остаточным сопротивлением, слабо зависящий от температуры и от 50 К до 300 К — прямо пропорционально зависящий от температуры. Этот результат можно объяснить тем, что перекрывающиеся металлические слои на алюминиевой подложке могут изменять поверхностный потенциал электронов проводимости на границе раздела, оказывая влияние на их число и подвижность вблизи поверхности. В зависимости от природы изменений, происходящих на границе раздела, сопротивление может или увеличиваться, или уменьшаться. Основным источником электрического сопротивления является рассеяние электронов на границах зерен, так как некоторая часть границ зерен ведет себя подобно свободным поверхностям. На величины электрического сопротивления проводников влияет также степень шероховатости поверхности, на которой сформирована исследуемая пленка.

## **МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ ПО ПОСТЕПЕННЫМ ОТКАЗАМ**

**Е.Н. Шнейдеров, И.А. Бурак, А.И. Бересневич**

Методика позволяет применительно к конкретному экземпляру изделия электронной техники (ИЭТ) и заданной наработке  $t$  спрогнозировать значение его функционального параметра  $P$  и принять решение о надёжности экземпляра с учётом постепенного отказа для этой наработки. Соответствие рассматриваемого экземпляра требованию надёжности для заданной наработки  $t$  определяется сравнением прогнозного значения  $P$  с нормой, приведённой в технических условиях на ИЭТ, или со значением, указанным потребителем.

Индивидуальное прогнозирование применительно к испытываемому экземпляру выполняют методом имитационных воздействий, в основе которого лежит установление и использование статистических связей между изменениями параметров, вызываемыми, с одной стороны, имитационным воздействием, не приводящим к уменьшению рабочего ресурса ИЭТ, и, с другой стороны, — длительной наработкой (временем работы) ИЭТ [1]. Применение метода включает следующие этапы:

— экспериментальные исследования определённой выборки ИЭТ рассматриваемого типа вначале на воздействие имитационного фактора (здесь изменения параметров носят обратимый характер), а затем на длительную наработку (здесь изменения параметров носят необратимый характер);

— получение имитационной модели (функции пересчёта);

— определение ошибок прогнозирования;

— индивидуальное прогнозирование значения параметра  $P$  и, следовательно, надёжности (с учётом постепенного отказа) однотипных экземпляров, не принимавших участия в экспериментальных исследованиях.

### **Литература**

1. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники : монография / С. М. Боровиков. — М. : Новое знание, 2013. — 343 с.

## **ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ НАРАБОТКУ**

**Е.Н. Шнейдеров, И.А. Бурак, А.И. Бересневич**

Для решения задач оценки надёжности новых выборок изделий электронной техники (ИЭТ) методом индивидуального прогнозирования с использованием имитационных