

**010810. Исследование ВАХ полупроводника при различных температурах.**

**Цель работы:** Исследовать ВАХ полупроводника при различных температурах.

**Требуемое оборудование, входящее в состав модульного учебного комплекса МУК-ТТ2:**

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Измеритель статических характеристик ИСХ1    | 1 шт. |
| 2. Стенд с объектами исследования СЗ-ТТ03       | 1 шт. |
| 3. Соединительные провода с наконечниками Ш4-Ш4 | 1 шт. |

***Краткое теоретическое введение***

В отличие от металлов, в собственных полупроводниках при абсолютном нуле в зоне проводимости носители заряда отсутствуют. С повышением температуры число носителей значительно возрастает. Подвижность носителей в области низких температур из-за рассеяния на ионах примеси пропорциональна  $T^{3/2}$ . В области высоких температур основное значение имеет рассеяние на тепловых колебаниях решетки (фононах) и  $\mu \sim T^{-3/2}$  т.е. подвижность с ростом температуры уменьшается. Но так как концентрация свободных носителей заряда с ростом температуры увеличивается значительно быстрее, чем уменьшается подвижность, то сопротивление изменяется по закону:

$$R_T = R_0 \exp\left(\frac{\Delta E}{2kT}\right) = R_0 \exp\left(\frac{B}{T}\right) \quad (1)$$

где  $R_0$  - условное сопротивление полупроводника при  $T \rightarrow \infty$ ;  
 $\Delta E$ - энергия активация примеси (или ширина запрещенной зоны);  
 $k$  – постоянная Больцмана;

$B = \frac{\Delta E}{2k}$  коэффициент температурной чувствительности, который определяется структурой полупроводника и является характеристикой исследуемого материала.

Экспериментальные кривые  $\ln R = f\left(\frac{1}{T}\right)$  являются почти прямыми линиями (рис.1)

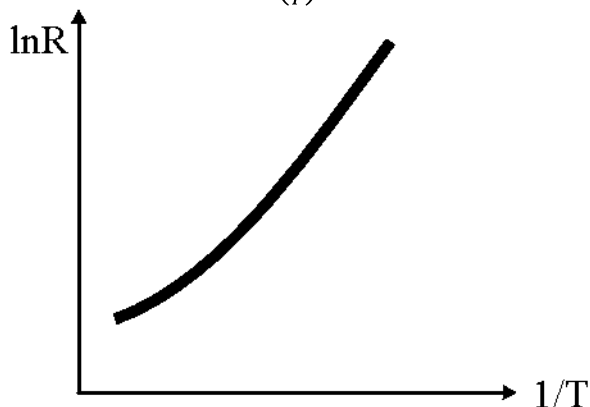


Рис.1

Статическая вольт-амперная характеристика полупроводникового образца имеет ярко выраженный нелинейный характер. Типичный ее вид показан на рис.2. На ней можно выделить три основных участка: OA, AB, BC. На участке OA характеристика линейна, так как мощность, выделяющаяся в образце, мала и не изменяет его температуру. На участке AB линейность нарушается, так как с повышением тока мощность рассеяния увеличивается, температура образца повышается, следовательно, сопротивление его уменьшается. При некотором значении тока кривая достигает максимума, и в небольшом интервале напряжение на образце остается постоянным, так как относительное увеличение тока становится равным вызванному им относительному понижению сопротивления. На участке BC при дальнейшем увеличении тока уменьшение сопротивления оказывается столь сильным, что рост тока ведет к уменьшению напряжения на образце, и появляется участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

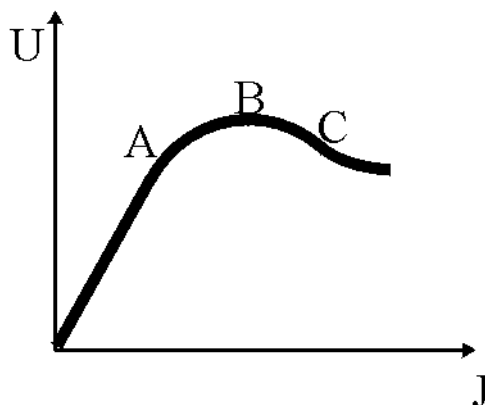


Рис.2

Резкая зависимость сопротивления полупроводника от температуры используется для устройства большого класса полупроводниковых терморезисторов или термисторов. Малые габариты, высокая механическая прочность и надежность, большой срок службы и высокая чувствительность терморезисторов определили широкое применение их в приборах для измерения и регулирования температуры, температурной компенсации элементов электрических цепей, измерения мощности электромагнитного излучения и т.д.

### *Методика проведения эксперимента*

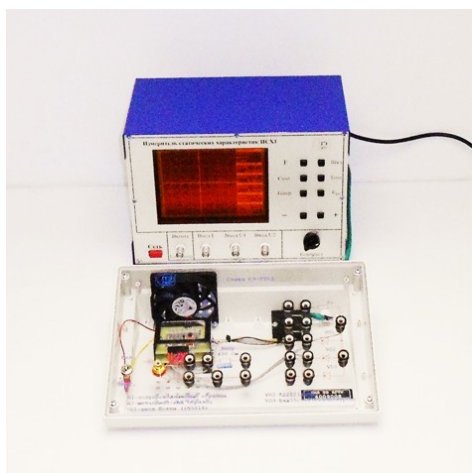


Рис. 3

Исследование вольт-амперных характеристик полупроводникового образца производится с помощью модульного учебного комплекса МУК-ТТ2 рис. 3.

Для проведения измерений электрическая схема представлена на рис. 4. Т. к. сопротивление полупроводника  $R$  намного меньше внутреннего сопротивления канала U1 ИСХ1, то прибор подключается параллельно измеряемому сопротивлению.

Т.к. при нагревании сопротивление полупроводникового образца может уменьшиться в несколько раз, то необходимо в схеме использовать ограничивающее сопротивление  $R_{огр}$ .

Прибор ИСХ1 позволяет проводить запись полученных данных на ЭВМ через СОМ-порт. Для этого необходимо воспользоваться программой управления прибором **ish1.exe**.

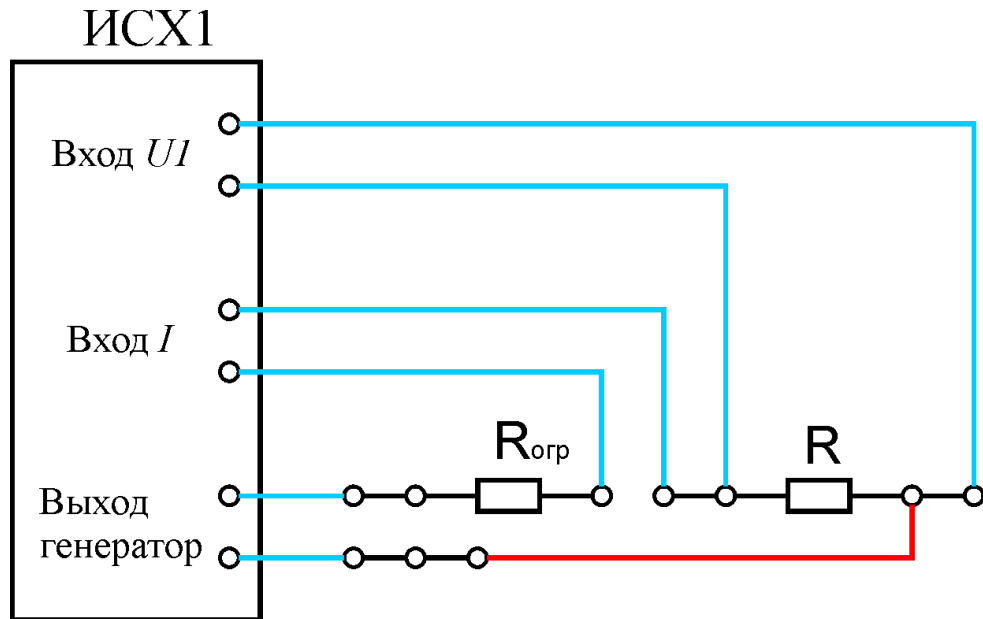


Рис. 4

#### *Рекомендуемое задание*

1. Подключите стенд СЗ-ГТ03 к измерителю статических характеристик ИСХ1 (разъем на задней панели).
2. Включите прибор. Установите на приборе тип генерируемого сигнала (пилообразный).
3. Установите амплитуду выходного сигнала.
4. Получите на экране измерителя ВАХ  $U=f(I)$  полупроводникового элемента при  $t=30^{\circ}\text{C}$ , установив масштабные коэффициенты каналов  $I$  и  $UI$ .
5. Проведите аналогичные измерения при температурах  $t=60^{\circ}\text{C}$ ,  $t=90^{\circ}\text{C}$  и  $t=120^{\circ}\text{C}$ .