

МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Лабораторная работа  
**«Исследование характеристик  
фототранзисторов»**

Утверждено на заседании каф. 405 31.08.06 (Протокол №1) как  
учебно-методическое руководство

Москва, 2006 г.

## Краткие теоретические сведения

**Фототранзистор** – это транзистор, в котором инжекция неравновесных носителей осуществляется на основе внутреннего фотоэффекта. Фототранзистор служит для преобразования световых сигналов в электрические с одновременным усилением фототока. Фототранзистор представляет собой монокристаллическую полупроводниковую пластину, в которой при помощи особых технологических приёмов созданы 3 области, называемые, как и в обычном транзисторе, эмиттером, коллектором и базой, причём последняя, в отличие от БП транзистора, как правило, вывода не имеет. Кристалл монтируется в защитный корпус с прозрачным входным окном. Включение фототранзистора во внешнюю электрическую цепь подобно включению биполярного транзистора, выполненному по схеме с общим эмиттером и нулевым током базы. При попадании света на коллекторно-базовый переход в нем образуются парные носители зарядов (электроны и дырки), которые разделяются электрическим полем коллекторного перехода. В результате в базовой области накапливаются основные носители, что приводит к снижению потенциального барьера эмиттерного перехода и увеличению (примерно в  $\beta$ - раз) тока через фототранзистор по сравнению с током, обусловленным переносом только тех носителей, которые образовались непосредственно под действием света.

Семейство вольтамперных характеристик фототранзистора  $I_k=f(U_{кз})$  при  $\Phi=\text{const}$  показана на рисунке 1.

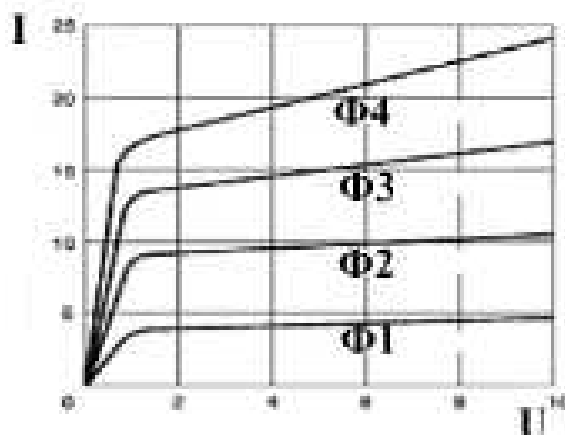


Рисунок 1. Семейство вольт-амперных характеристик фототранзистора.

Семейство вольтамперных характеристик фототранзистора не отличается от ВАХ биполярного транзистора, но входным параметром является не ток базы, а световой поток.

**Основными параметрами и характеристиками фототранзисторов**, как и других фотоэлектрических приборов (например, фотоэлемента, фотодиода), являются:

- **интегральная чувствительность** (отношение фототока к падающему световому потоку), у фототранзисторов, изготовленных по диффузионной планарной технологии, она достигает  $10 \text{ А/лм}$ ;

- **спектральная характеристика** (зависимость чувствительности к монохроматическому излучению от длины волны этого излучения), позволяющая, в частности, установить красную (длинноволновую) границу применимости фототранзистора, эта граница, зависящая от ширины запрещенной зоны полупроводникового материала, для германиевого фототранзистора составляет  $1,7 \text{ мкм}$ , для кремниевого -  $1,1 \text{ мкм}$ ;

- **постоянная времени** (характеризующая инерционность фототранзистора) не превышает нескольких сотен  $\text{мкс}$ . Кроме того, фототранзистор характеризуется коэффициентом усиления первоначального фототока, достигающим  $10^2-10^3$ .

Высокие надёжность, чувствительность и временная стабильность параметров фототранзистора, а также его малые габариты и относительная простота конструкции позволяют широко использовать фототранзистор в системах контроля и автоматики - в качестве датчиков освещённости, элементов гальванической развязки и т.д.

### **Описание лабораторной установки**

Основой лабораторной установки является серийный прибор *CHARACTERISCOPE-Z* (тип TP-4805), позволяющий снимать семейство вольтамперных характеристик (ВАХ) при различных величинах светового потока.

### **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

Для исследования фототранзистора необходимо собрать электрическую схему, показанную на рисунке 2.



Рисунок 2. Схема подключения фототранзистора и светодиода к характеристоскопу.

13. На CHARACTERISCOPE установите:

- тумблер “**OFF**” в нейтральное положение;
- переключатель “**HOR.VOLTS**” в положение 0.5 В;
- переключатель “**VERT CURRENT**” в положение (1-5) мА;
- переключатель “**COLLECTOR SUPPLY**” в положение “+AC”;
- переключатель “**BASE STEPS**” в положение “6”;
- переключатель “**STEP POL**” в положение “+”;
- переключатель “**STEP AMPLITUDE**” в положение 50 мкА-0.5 мА;
- кнопка “**ONE CURVE**” отжата.

Включите питание прибора ручкой (“**SCALE ILLUM**”), прогрейте его не менее 5 минут. Тумблером “**OFF**” подключите фототранзистор.

14. Получите семейство ВАХ фототранзистора, как показано на рисунке 3. Переключателями “**VERT CURRENT**” и “**STEP AMPLITUDE**” установите удобный масштаб ВАХ по вертикали, соответствующий чувствительности исследуемого фототранзистора. Ручкой “**OFFSET**” совместите нижнюю кривую семейства ВАХ с горизонтальной осью. Значения тока через светоизлучатель  $I_c$  будут задаваться с шагом, соответствующим положению “**STEP AMPLITUDE**”. Рассчитайте световой поток фотоизлучателя:

$$\Phi = \kappa \cdot I_{cв} \quad \kappa=10 \text{ лм/мА.}$$

15. Постройте семейство ВАХ фототранзистора как зависимость  $I_k=f(U_{кэ})$  при  $\Phi=\text{const}$ .

16. По семейству ВАХ постройте световую характеристику фототранзистора  $I_k=f(\Phi)$  при  $U_{кэ}=U_{кэ1}$ .

17. На линейном участке световой характеристики выберите рабочую точку А и для нее рассчитайте токовую чувствительность фототранзистора

$$S=\Delta I/\Delta \Phi \left[ \frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right] \text{ и сравните ее с токовой чувствительностью фоторезистора.}$$