

# Лабораторная работа № 1

## Исследование характеристик полупроводниковых диода и стабилитрона

**Цель работы:** Изучить принцип действия и основные характеристики полупроводниковых диода и стабилитрона.

### Краткие теоретические сведения

**Полупроводниковый диод** представляет собой монокристалл, в котором созданы области различной проводимости: **дырочной** (р-типа) и **электронной** (n-типа). Граница между этими областями называется **р-n переходом** (рис. 1.1.а). Если к кристаллу приложить напряжение так, чтобы к р-области был приложен отрицательный потенциал, а к n-области — положительный, то носители, притягиваясь к разноименным полюсам, создадут около р-n-перехода область, лишенную носителей.

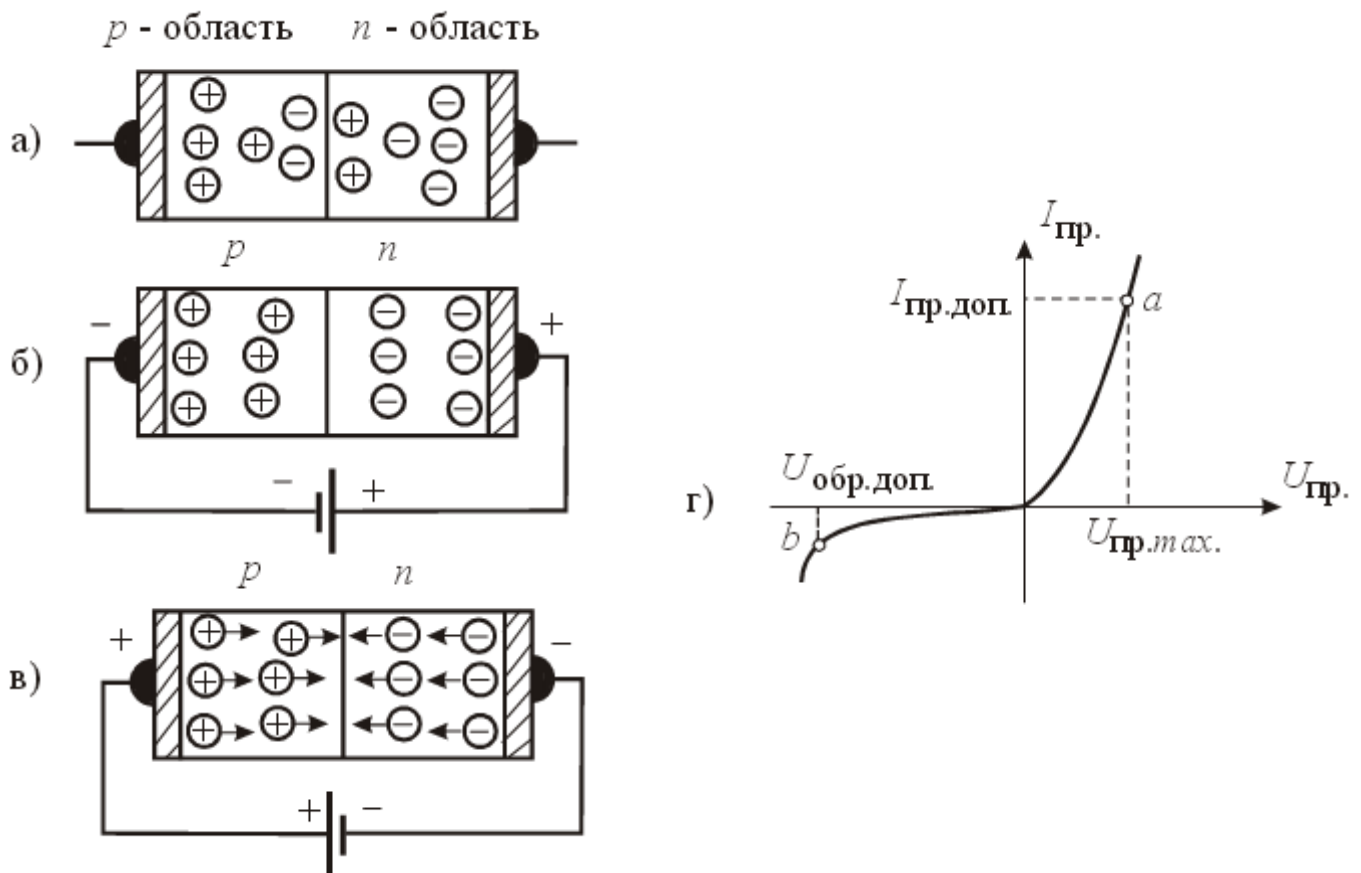


Рис.1.1. Полупроводниковые диоды и их характеристики

Эта область как бы разрывает цепь, и ток в этой цепи отсутствует. Такая полярность напряжения называется **запирающей** или **обратной** и соответствует закрытому состоянию диода (рис.1.1.б).

Противоположная полярность напряжения перемещает носители навстречу

друг другу, и происходит переход (инжекция) носителей в «чужую» область. Такая полярность напряжения называется **прямой** или **отпирающей** и соответствует открытому диоду (рис.1.1.в). Типичная вольт-амперная характеристика (ВАХ) полупроводникового диода изображена на рис. 1.1.г. Здесь ветвь 0a соответствует проводящему (прямому) направлению, а ветвь 0b — непроводящему (обратному). В прямом направлении диод характеризуют допустимым током  $I_{пр.доп.}$  и соответствующим ему падением напряжения на диоде  $U_{пр.мах}$ .

В обратном направлении диод характеризуют допустимым значением напряжения  $U_{обр.мах}$ , которое может быть приложено к диоду.

Наличие у диода критического обратного напряжения, при котором наступает электрический (не тепловой) пробой, позволяет использовать полупроводниковый диод в схемах стабилизации напряжения. Одна из возможных схем стабилизации представлена на рис. 1.2. Выходное напряжение схемы с большой точностью поддерживается на заднем уровне  $U_{вых} = const$ , равном критическому (пробивному) напряжению диода. Разница между входным и выходным напряжениями гасится на сопротивлении  $R_z$ .

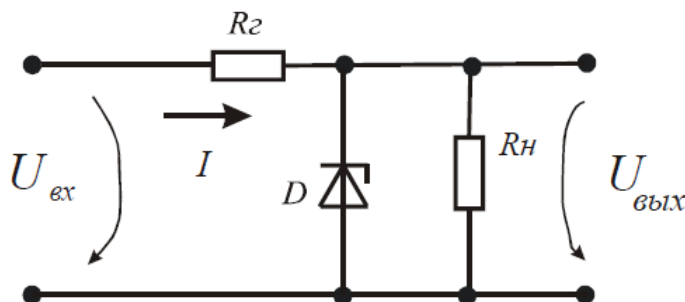


Рис.1.2. Схема стабилизации напряжения

Если входное напряжение возрастает, то увеличивается и обратный ток диода, возрастает ток  $I$  и падение напряжения на гасящем сопротивлении  $R_z$ . Приращения напряжений  $U_{вх}$  и  $\Delta I \cdot R_z$  взаимно компенсируются, а  $U_{вых}$  сохраняется на заданном уровне.

Диод, используемый для стабилизации напряжения, называется **стабилитроном**. Недостаток данной схемы — зависимость пробивного напряжения стабилитрона, а следовательно, и выходного напряжения  $U_{вых}$  от температуры. Эту зависимость можно существенно уменьшить, включив последовательно со стабилитроном компенсирующий диод в прямом направлении.

## Порядок выполнения лабораторной работы

1. Запустите программу Multisim (Electronics Workbench). При этом автоматически будет создан и открыт новый файл, который следует сохранить, используя команду **Файл → Сохранить как**.

2. Нарисуйте схему, приведенную на рис. 1.3. Используя манипулятор мышь, перенесите необходимые элементы на рабочую область. Для этого необходимо выбрать раздел на панели инструментов, в котором находится нужный элемент, а затем перенести его на рабочую область.

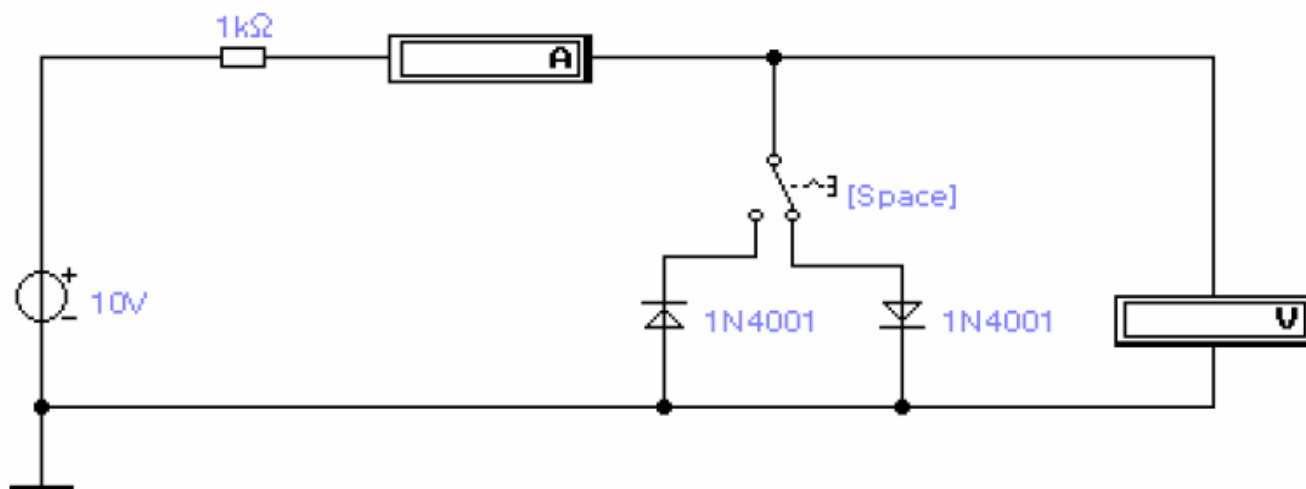


Рис. 1.3.

3. Для снятия прямой ВАХ переключатель установите в правое положение. Включите схему и последовательно устанавливая значение ЭДС источника от 6 до 0 В, запишите значения напряжения  $U_{np}$  и тока  $I_{np}$  диода в таблицу 1.1.

**Таблица 1.1.** Прямая ветвь ВАХ диода

Е, В	$U_{np}$ , мВ	$I_{np}$ , мА

4. Для снятия обратной ветви ВАХ переключатель установите в левое положение. Включите схему и последовательно устанавливая значение ЭДС источника от 0 до 20 В, запишите значения напряжения  $U_{об}$  и тока  $I_{об}$  диода в таблицу 1.2.

**Таблица 1.2.** Обратная ветвь ВАХ диода

Е, В	$U_{об}$ , В	$I_{об}$ , мА

По полученным данным постройте графики  $I_{np} = f(U_{np})$  и  $I_{об} = f(U_{об})$ .

5. Нарисуйте схему, приведенную на рис. 1.4 и включите схему. На ВАХ, появившейся на экране осциллографа, по горизонтальной оси считывается напряжение на диоде в мВ (канал А), а по вертикали — ток в мА (канал В, 1 мВ соответствует 1 мА).

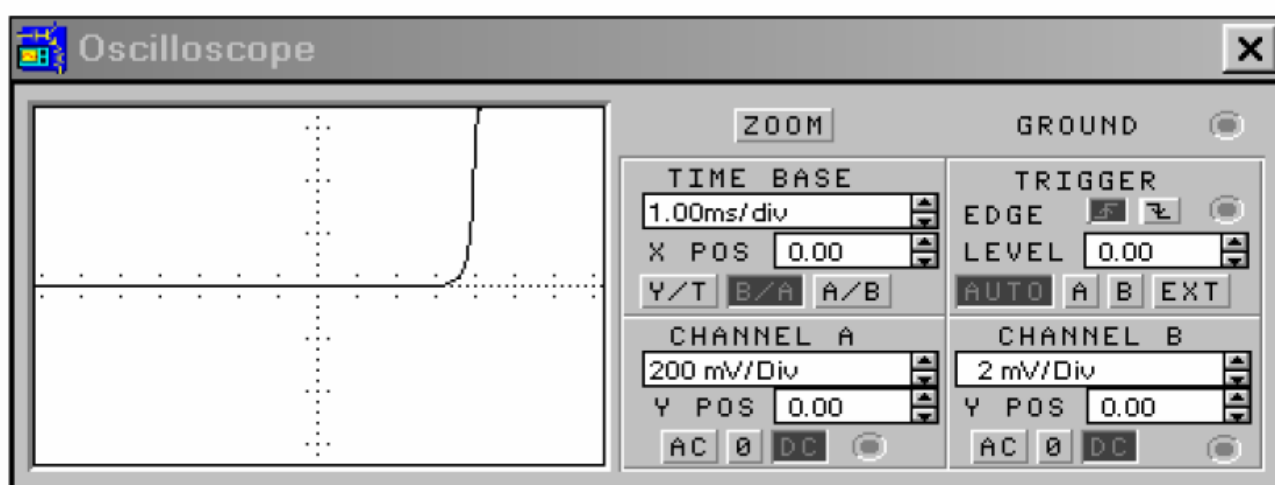
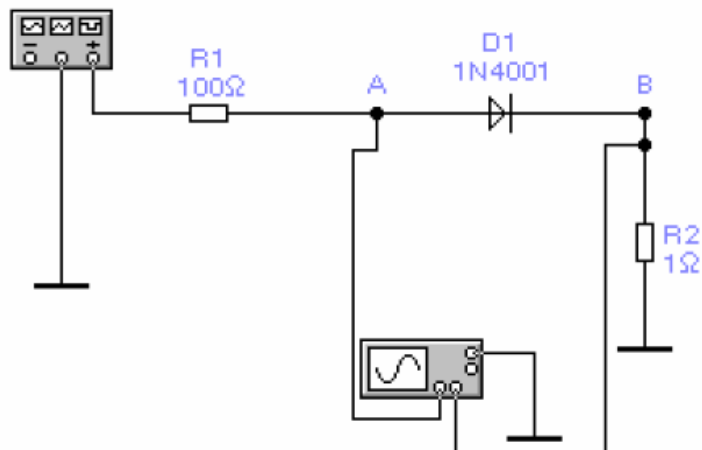
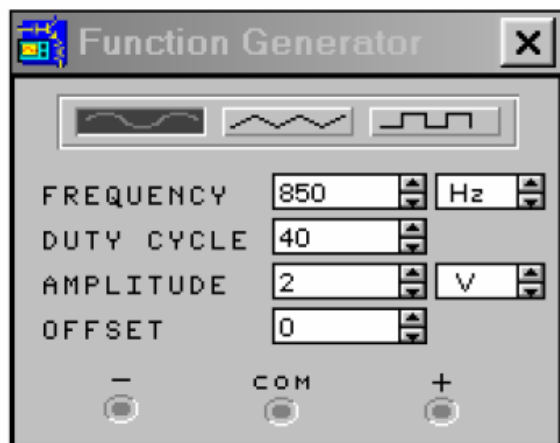


Рис.1.4.

6. Нарисуйте схему, приведенную на рис. 1.5 и измерьте значение  $U_{cm}$  на стабилитроне при значениях ЭДС источника от 0 до 35 В. Результаты измерений занесите в таблицу 1.3.

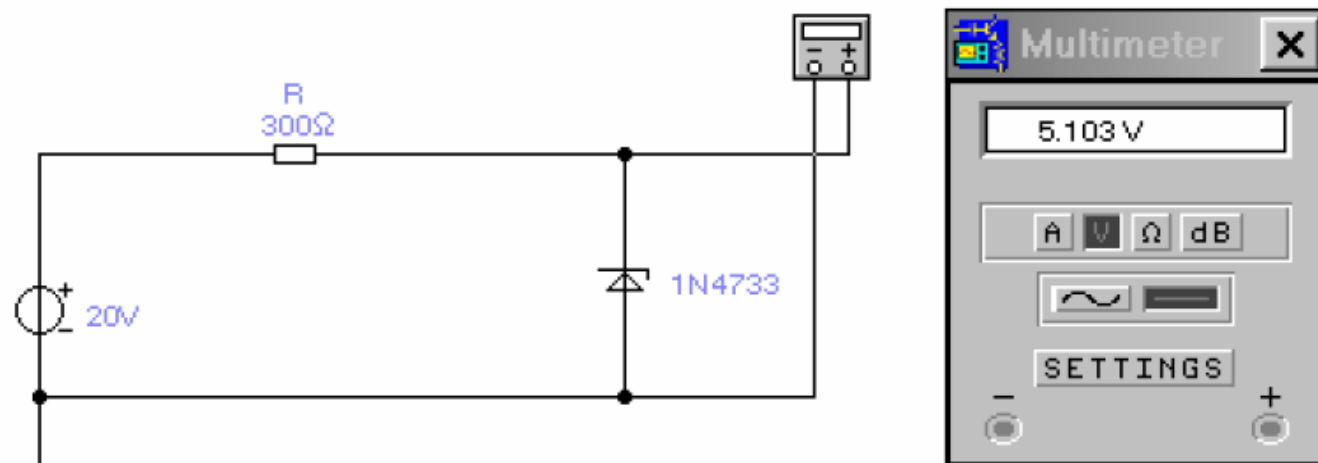


Рис.1.5.

**Таблица 1.3.** Данные для построения ВАХ стабилитрона

$E, \text{ В}$	$U_{cm}, \text{ мВ}$	$I_{cm}, \text{ мА}$

7. Вычислите ток стабилитрона  $I_{cm}$  для каждого значения напряжения  $U_{cm}$  по формуле:

$$I_{cm} = \frac{E - U_{cm}}{R}.$$

Результаты вычислений занесите в таблицу 1.3. По данным таблицы постройте ВАХ стабилитрона и оцените по ней напряжение стабилизации. Оно определяется точкой на вольт-амперной характеристике, в которой ток стабилизации резко увеличивается.

8. Нарисуйте схему, приведенную на рис. 1.6 и включите.

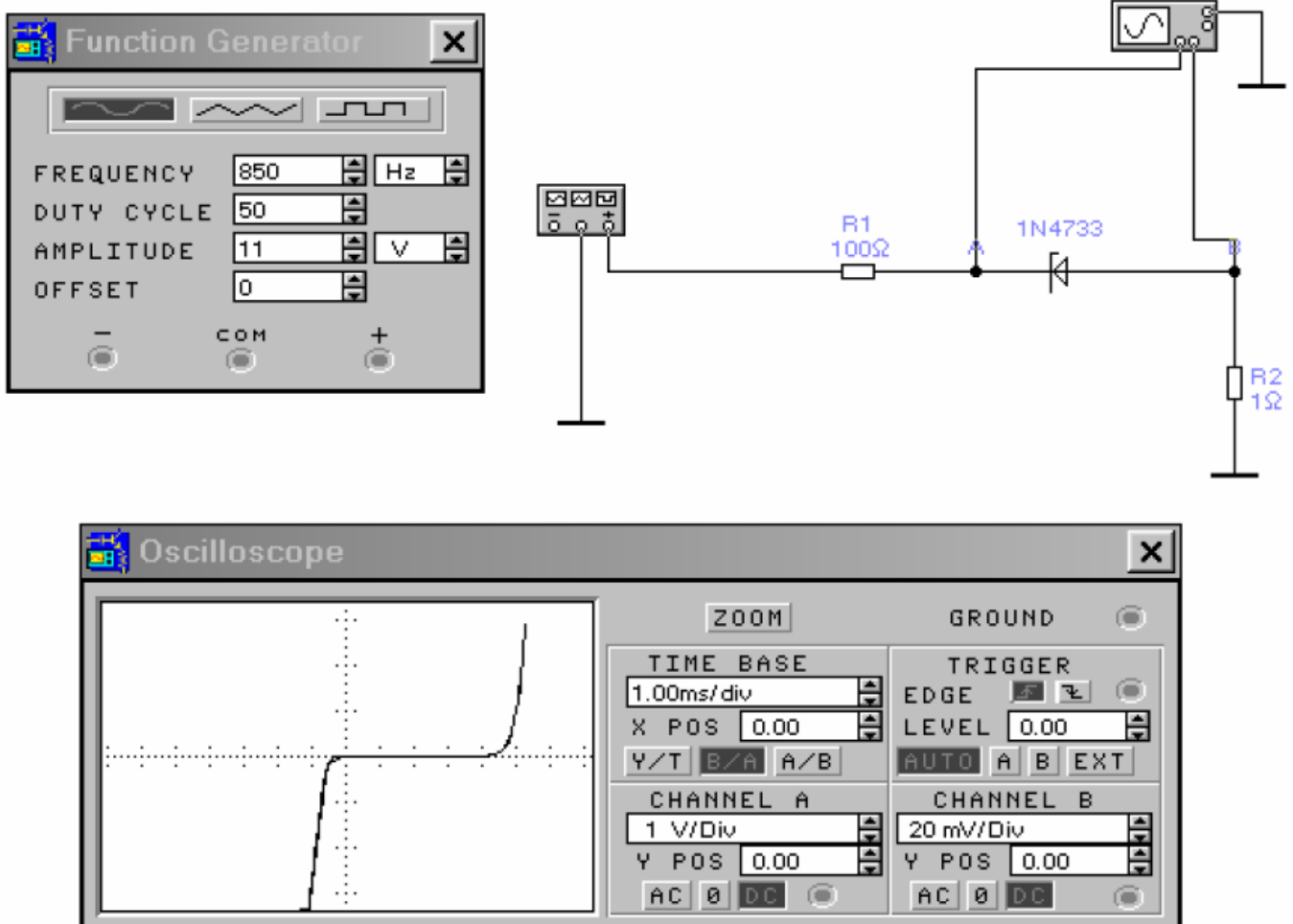


Рис. 1.6.

На полученной ВАХ определите напряжение стабилизации.

## **Контрольные вопросы**

1. Сравните напряжения на диоде при прямом и обратном смещении по порядку величин. Почему они различны?
2. Чему равны сопротивления идеального диода в прямом и обратном направлениях?
3. Сравните токи через диод при прямом и обратном смещении по порядку величин. Почему они различны?
4. Сравните относительное изменение напряжения на стабилитроне с относительным изменением питающего напряжения. Оцените степень стабилизации.
5. Чем ограничивается наибольший прямой ток через диод?
6. Назовите электроды диода и стабилитрона.