

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение Образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра электроники

Лабораторная работа № 1  
«Исследование полупроводниковых диодов»

Проверила:  
Стома С.С.

Выполнили:  
ст. гр. 950503  
Сякачëв П.В.  
Шалль И.Э.  
Прудников А.С.

Минск 2020

### **Порядок выполнения работы:**

1 Ознакомиться с методическим описанием лабораторной работы. (Теоретическое описание лабораторной работы изложено в методическом пособии [1], стр. 9-26).

2 Получить у преподавателя необходимый комплект для проведения лабораторной работы.

3 Уточнить количество и типы исследуемых приборов у преподавателя и вписать их в соответствующие поля отчета.

4 Собрать схему, представленную на рисунке 1 данного отчета, для одного из исследуемых приборов.

5 Измерить прямую вольт-амперную характеристику (ВАХ) для каждого исследуемого прибора. Полученные результаты записать в таблицы 1 – 5 данного отчета. (Качественный вид и описание ВАХ представлены в методическом пособии [1], стр. 16).

6 Собрать схему, представленную на рисунке 2 данного отчета, для одного из исследуемых приборов.

7 Измерить обратную ВАХ для каждого исследуемого прибора. Полученные результаты записать в таблицы 6 – 10 данного отчета.

8 Предоставить измеренные данные на проверку преподавателю.

### **Порядок оформления отчета:**

1 По измеренным данным построить соответствующие графики.

2 По построенным графикам рассчитать параметры исследуемых приборов в окрестностях рабочей точки.

3 Записать общие выводы по проделанной лабораторной работе.

[1] – Электронные приборы. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие. В 2 частях. Часть 1: Активные компоненты полупроводниковой электроники / А. Я. Бельский – Минск : БГУИР, 2012

## 1 Цель работы

Изучить устройство, принцип действия, систему обозначений, параметры и характеристики полупроводниковых диодов, типовые схемы включения и области их применения.

Экспериментально исследовать вольт-амперные характеристики диодов (ВАХ), и рассчитать по измеренным характеристикам их параметры.

## 2 Ход работы

### 2.1 Исследование прямой ветви ВАХ полупроводниковых приборов

Для исследования прямой ветви ВАХ полупроводниковых приборов собрана цепь по схеме, представленной на рисунке 1.

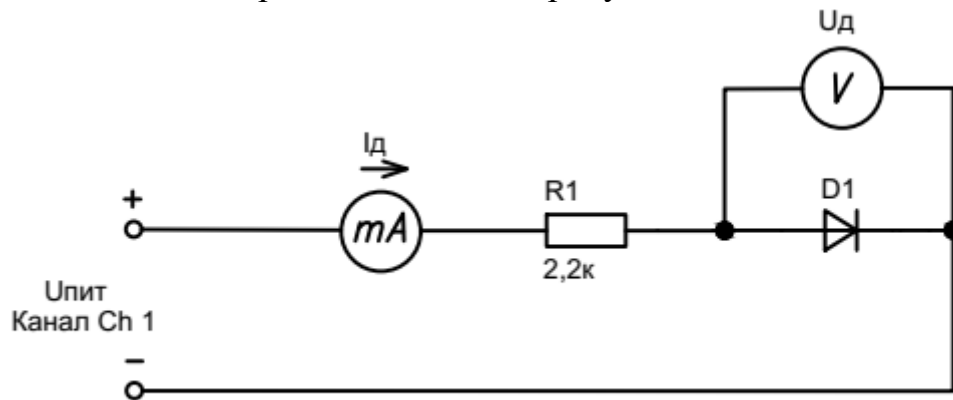


Рисунок 1 – Схема электрическая для исследования прямой ветви ВАХ диода

Исследование проводилось при изменении напряжения источника питания и контролировалось миллиамперметром. Результаты исследований прямых ветвей ВАХ диодов 1N4007, АА118, ZPD3.3, ZPD10, LED занесены в таблицу 1, таблицу 2, таблицу 3, таблицу 4, таблицу 5 соответственно.

Таблица 1 – Результаты измерения диода 1N4007

Id, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uд, В	0	0,473	0,516	0,547	0,582	0,615	0,635
Id, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uд, В	0,648	0,659	0,667	0,674	0,680	0,658	0,690

Таблица 2 – Результаты измерения диода АА118

Id, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uд, В	0	0,132	0,177	0,220	0,270	0,330	0,365
Id, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uд, В	0,390	0,411	0,430	0,446	0,459	0,470	0,484

Таблица 3 – Результаты измерения стабилитрона ZPD3.3

Ид, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uд, В	0	0,645	0,677	0,699	0,722	0,743	0,756
Ид, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uд, В	0,764	0,771	0,777	0,781	0,786	0,789	0,792

Таблица 4 – Результаты измерения стабилитрона ZPD10

Ид, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uд, В	0	0,584	0,609	0,627	0,646	0,647	0,676
Ид, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uд, В	0,683	0,689	0,694	0,699	0,702	0,705	0,708

Таблица 5 – Результаты измерения светодиода

Ид, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uд, В	0	1,786	1,828	1,860	1,892	1,931	1,956
Ид, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uд, В	1,976	1,993	2,009	2,020	2,031	2,041	2,050

## 2.2 Исследование обратных ветвей ВАХ полупроводниковых приборов

Для исследования обратной ветви ВАХ полупроводниковых приборов собрана цепь по схеме, представленной на рисунке 2.

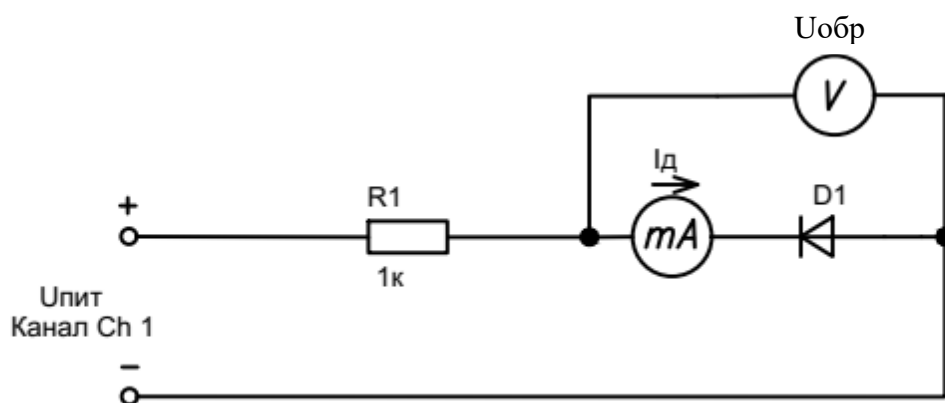


Рисунок 2 – Схема электрическая для исследования обратной ветви ВАХ диода

Результаты исследований обратных ветвей ВАХ диодов 1N4007, AA118, ZPD3.3, ZPD10, светодиода занесены в таблицу 6, таблицу 7, таблицу 8, таблицу 9, таблицу 10 соответственно.

Таблица 6 - Результаты измерения диода 1N4007

Ид, мА	0	0	0	0	0	0	0
Uобр, В	0	1	3	5	10	15	20

Таблица 7 - Результаты измерения диода AA118

Ид, мА	0	0	0	0	0	0	0
Uобр, В	0	1	3	5	10	15	20

Таблица 8 – Результаты измерения стабилитрона ZPD3.3

Ид, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uобр, В	0	6,093	6,134	6,147	6,157	6,164	6,173
Ид, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uобр, В	6,181	6,186	6,195	6,201	6,207	6,214	6,220

Таблица 9 – Результаты измерения стабилитрона ZPD10

Ид, мА	0	$0,1 \pm 0,05$	$0,25 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$	$2 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$
Uобр, В	0	9,979	9,991	9,994	10,003	10,016	10,027
Ид, мА	$4 \pm 0,1$	$5 \pm 0,1$	$6 \pm 0,1$	$7 \pm 0,1$	$8 \pm 0,1$	$9 \pm 0,1$	$10 \pm 0,1$
Uобр, В	10,038	10,050	10,063	10,074	10,086	10,098	10,110

Таблица 10 – Результаты измерения светодиода

Ид, мА	0	0	0	0,001	0	0	0
Uобр, В	0	0,1	1	2	3	4	5

## 2.3 Результаты экспериментальных исследований

По результатам измерений полупроводниковых приборов построены графики их вольт-амперных характеристик (рисунки 1 – 4).

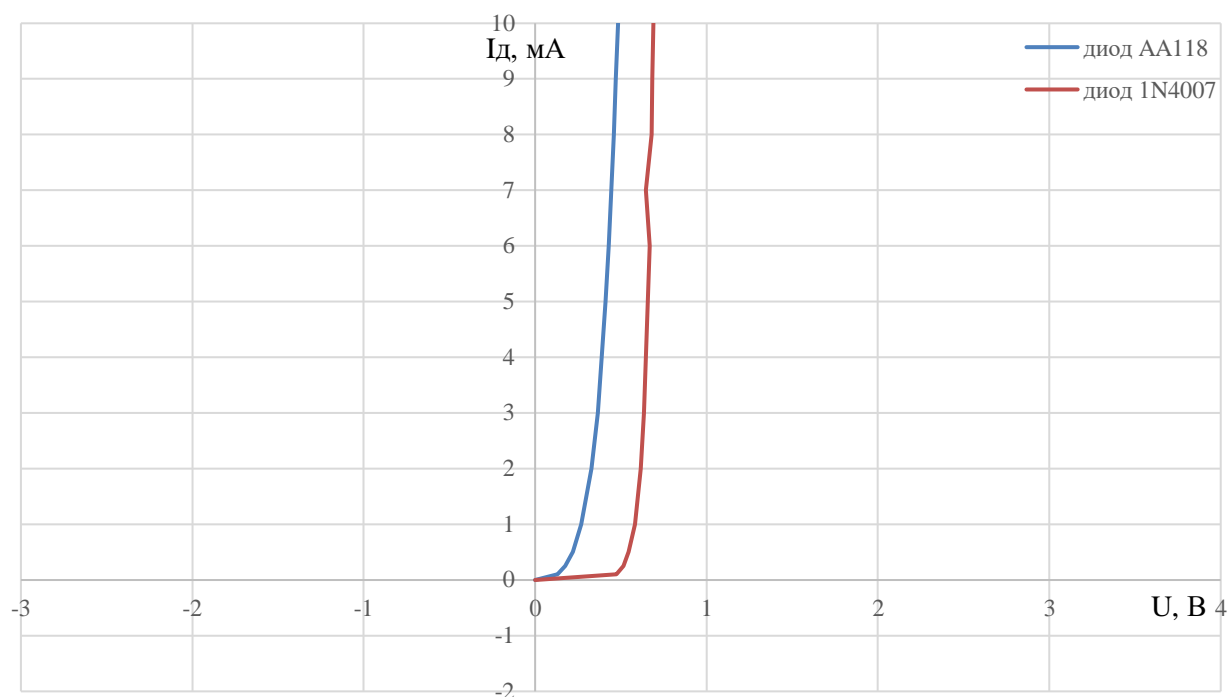


Рисунок 1 – График ВАХ выпрямительных диодов

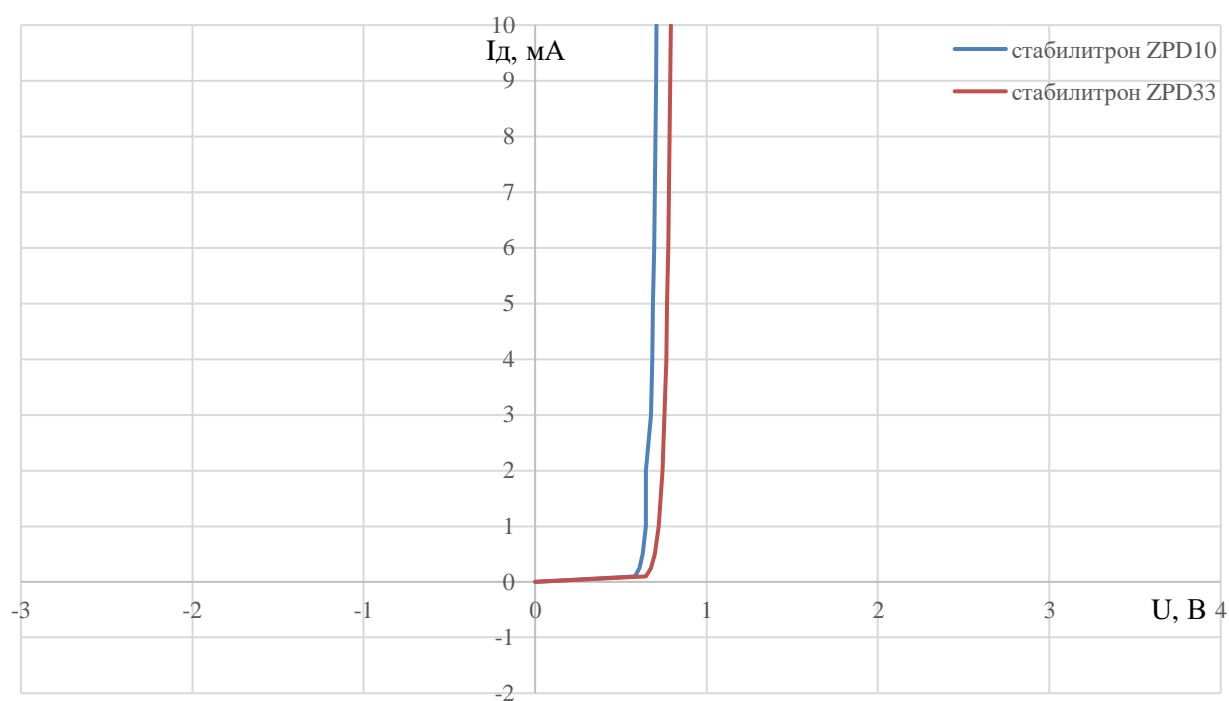


Рисунок 2 – График ВАХ стабилитронов

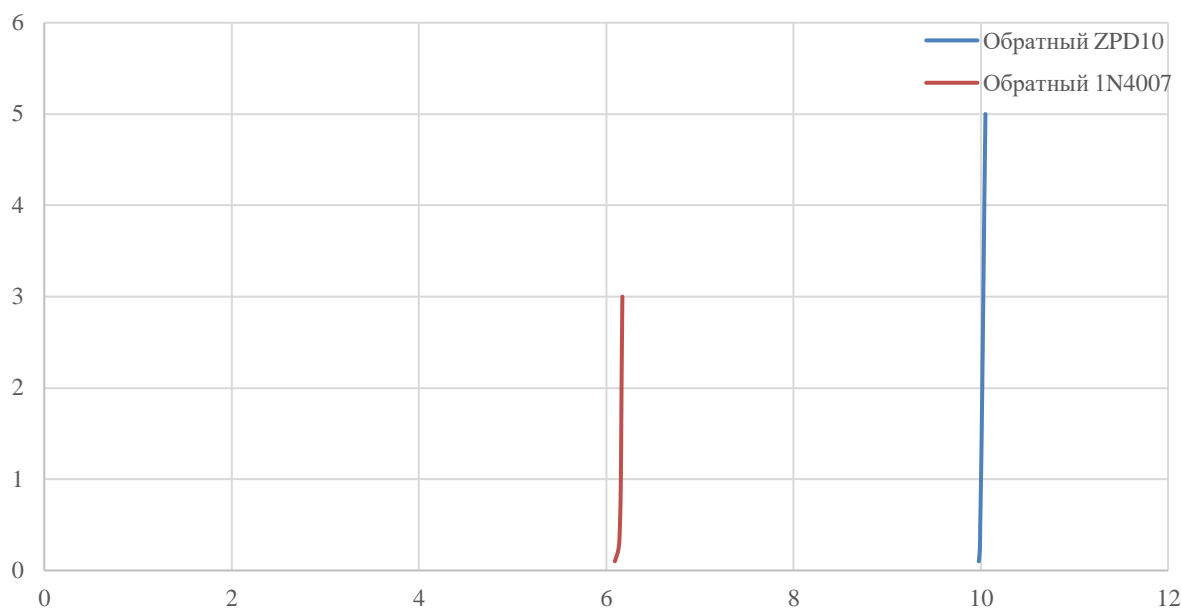


Рисунок 3 – График обратных ВАХ стабилитронов

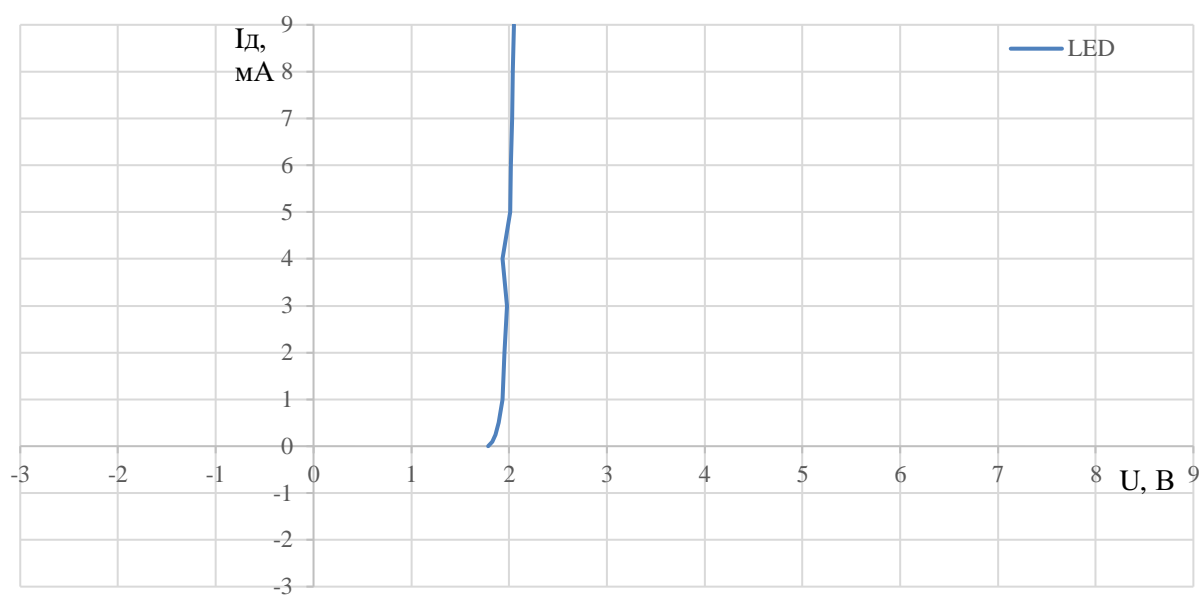


Рисунок 4 – График ВАХ светодиодов

## 2.4 Расчет параметров исследованных полупроводниковых приборов

По построенным графикам характеристик диодов рассчитаны их параметры в окрестностях рабочей точки  $I = 5\text{мА}$ :

1) Для диода АА118

$$R_{\text{пр1}} = \frac{0,411}{0,005} = 82,2 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{диф1}} = \frac{0,430 - 0,411}{0,001} = 19 \text{ Ом}$$

2) Для диода 1N4007

$$R_{\text{пр2}} = \frac{0,659}{0,005} = 131,8 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{диф2}} = \frac{0,667 - 0,659}{0,001} = 8 \text{ Ом}$$

3) Для стабилитрона ZPD10 на обратной ветви ВАХ

$$R_{\text{обр3}} = \frac{10,050}{0,005} = 2010 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{диф.обр3}} = \frac{10,063 - 10,050}{0,001} = 13 \text{ Ом}$$

4) Для стабилитрона ZPD33 на обратной ветви ВАХ

$$R_{\text{обр4}} = \frac{6,186}{0,005} = 123,72 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{диф.обр4}} = \frac{6,195 - 6,186}{0,001} = 9 \text{ Ом}$$

5) Для светодиода LED

$$R_{\text{пр5}} = \frac{1,993}{0,005} = 398,6 \text{ Ом}$$

$$r_{\text{диф5}} = \frac{2,009 - 1,993}{0,001} = 16 \text{ Ом}$$



### **3 Выводы**

В результате опыта провели измерение, по полученным данным рассчитали характеристики диодов и построили ВАХ.

Выяснили, что экспериментальная ВАХ и теоретическая, отличаются, что обусловлено неучтенной генерацией носителей зарядов в переходе, а также критическим напряжением пробоя и примесными свойствами полупроводникового материала.