

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

*А.В. Пузаков*

# **ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург  
2020

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

**Пузаков, А.В.**

П 88 Исследование работы полупроводникового диода: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 15 с.

Методические указания содержат описание лабораторной работы и методику ее выполнения.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплины и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2020

© ОГУ, 2020

## Содержание

1 Цель работы .....	4
2 Содержание работы.....	4
3 Оборудование .....	4
4 Порядок выполнения работы .....	5
4.1 Исследование прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.....	5
4.2 Исследование обратной ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.....	7
5 Контрольные вопросы .....	10
Список использованных источников .....	11
Приложение А .....	12

## **1 Цель работы**

Приобрести практические навыки исследования работы полупроводникового диода. Исследовать прямую и обратную ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

## **2 Содержание работы**

1. Собрать схему исследования прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода. Записать показания приборов при изменении напряжения источника питания.

2. Построить прямую ветвь вольтамперной характеристики полупроводникового диода и рассчитать параметры при прямом включении.

3. Собрать схему исследования обратной ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода. Записать показания приборов при изменении напряжения источника питания.

4. Построить обратную ветвь вольтамперной характеристики полупроводникового диода и рассчитать параметры при обратном включении.

5. Сделать вывод.

## **3 Оборудование**

Лабораторный стенд ЛЭС-5, амперметр Э539, лабораторный источник питания постоянного тока Б5-44, соединительные провода, мультиметр М890G.

## 4 Порядок выполнения работы

### 4.1 Исследование прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода

Соберите схему исследования прямой ветви вольтамперной характеристики, присоединив источник питания постоянного тока к полупроводниковому диоду соблюдая полярность (плюс источника соединяют с анодом диода, минус источника – с катодом диода). Схема исследования приведена на рисунке 1.

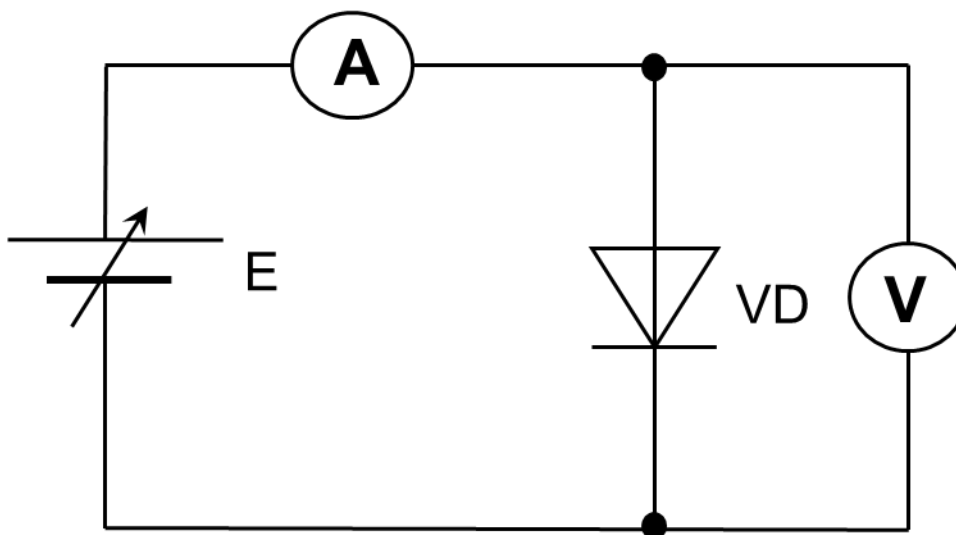


Рисунок 1 – Схема исследования прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода

На источнике питания выставьте величину задаваемого напряжения. Включив источник питания, проведите измерение прямого тока и прямого напряжения. Результаты измерения занесите в таблицу по форме таблицы 1.

Для получения остальных точек зависимости выставляйте указанные преподавателем значения напряжения и заносите результаты измерений в таблицу 1. По окончании измерений выключите приборы и разберите схему.

Таблица 1 – Прямая ветвь вольтамперной характеристики полупроводникового диода

Е, В	$U_{\text{пр}}, \text{В}$	$I_{\text{пр}}, \text{А}$	$R_{\text{ст}}, \text{Ом}$

Статическое сопротивление диода в прямом направлении  $R_{\text{ст}}, \text{Ом}$

$$R_{\text{ст}} = U_{\text{пр}}/I_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где  $U_{\text{пр}}$  – падение напряжения на диоде при прямом включении, В;

$I_{\text{пр}}$  – сила тока в цепи диод при прямом включении, А.

По данным таблицы 1 строится прямая ветвь вольтамперной характеристики диода, примерный вид которой представлен на рисунке 2. Там же построена зависимость статического сопротивления диода от падения напряжения на диоде  $R_{\text{ст}} = f(U_{\text{пр}})$ .

Динамическое сопротивление диода  $R_{\text{д}}, \text{Ом}$  численно равно

$$R_{\text{д}} = \text{tg}\beta, \quad (2)$$

где  $\beta$  – угол наклона вольтамперной характеристики, градус.

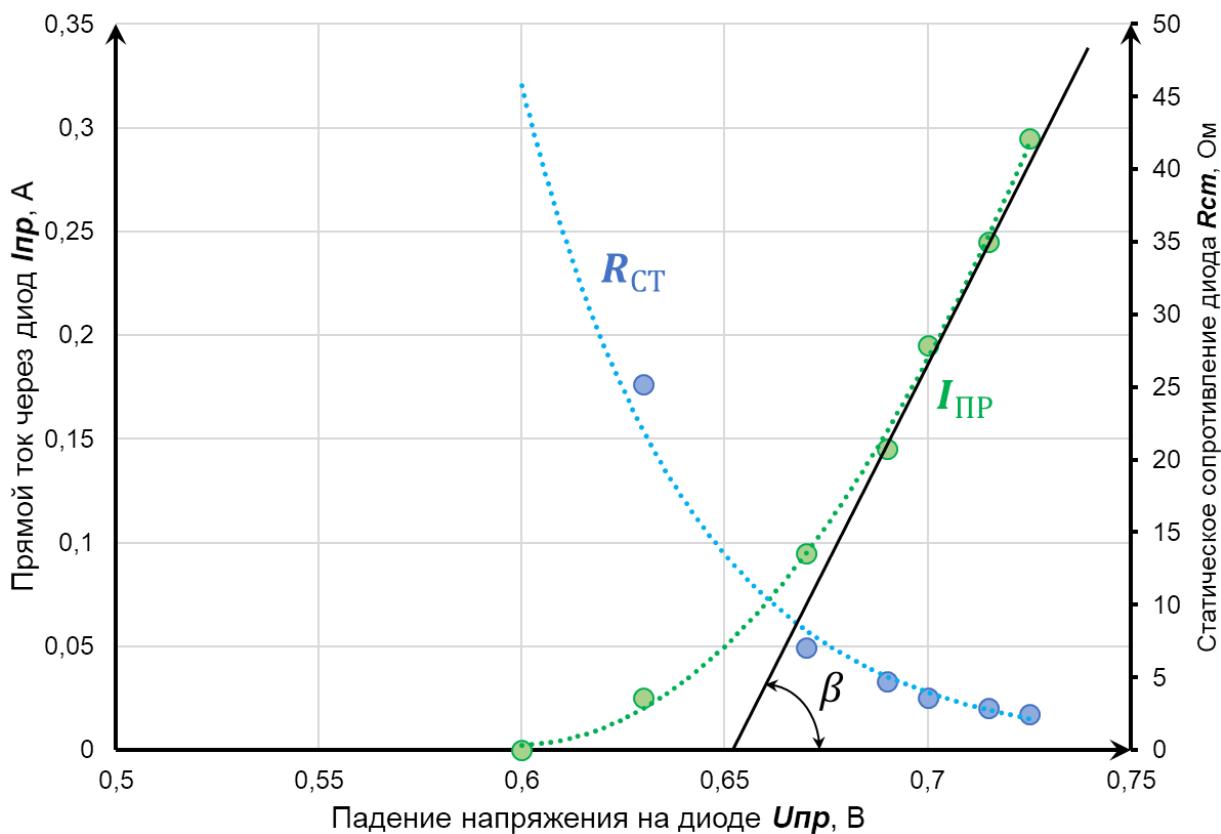


Рисунок 2 – Прямая ветвь вольтамперной характеристики диода

Коэффициент выпрямления диода  $K_d$

$$K_d = 1/R_{ст} \quad (3)$$

#### 4.2 Исследование обратной ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода

Соберите схему исследования обратной ветви вольтамперной характеристики, присоединив источник питания постоянного тока к полупроводниковому диоду соблюдая полярность (плюс источника соединяют с катодом диода, минус источника – с анодом диода). Схема исследования приведена на рисунке 3.

На источнике питания выставьте величину задаваемого напряжения. Включив источник питания, проведите измерение обратного напряжения и напряжения на резисторе  $R_5$ . Результаты измерения занесите в таблицу по

форме таблицы 2. По окончании измерений выключите приборы и разберите схему.

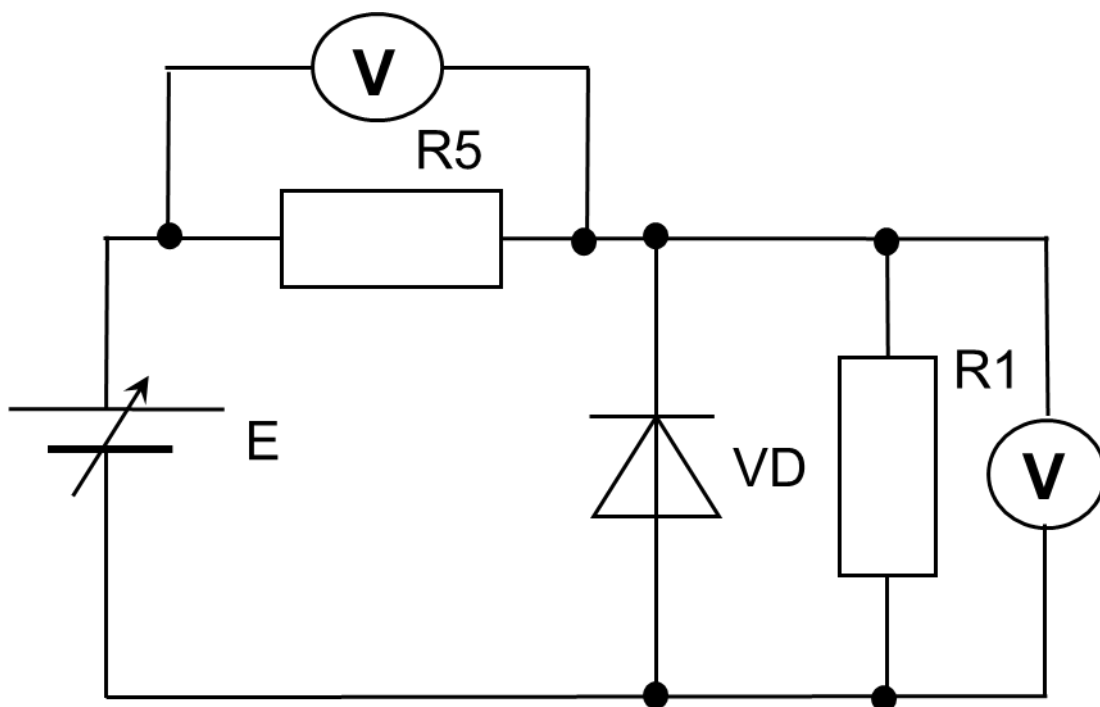


Рисунок 3 – Схема исследования прямой ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода

Таблица 2 – Обратная ветвь вольтамперной характеристики полупроводникового диода

E, В	U1, В	U <sub>обр</sub> , В	I <sub>обр</sub> , mA	R <sub>ст</sub> , Ом



Обратный ток через диод  $I_{\text{ОБР}}$ , А

$$I_{\text{ОБР}} = \left| \frac{U_1}{R_5} - \frac{U_{\text{ОБР}}}{R_1} \right|, \quad (4)$$

где  $U_1$  – падение напряжения на добавочном резисторе, В;

$R_5, R_1$  – резисторы схемы, Ом.  $R_5 = 35$  Ом,  $R_1 = 100$  Ом;

$U_{\text{ОБР}}$  – падение напряжение на диоде, В.

Статическое сопротивление диода в обратном направлении  $R_{\text{СТ}}$ , Ом

$$R_{\text{СТ}} = U_{\text{ОБР}}/I_{\text{ОБР}}, \quad (5)$$

По данным таблицы 2 строится обратная ветвь вольтамперной характеристики диода, причем за начало координат принимается правый верхний угол, учитывая то, что данная ветвь располагается в третьем квадранте. Примерный вид обратной ветви представлен на рисунке 4.

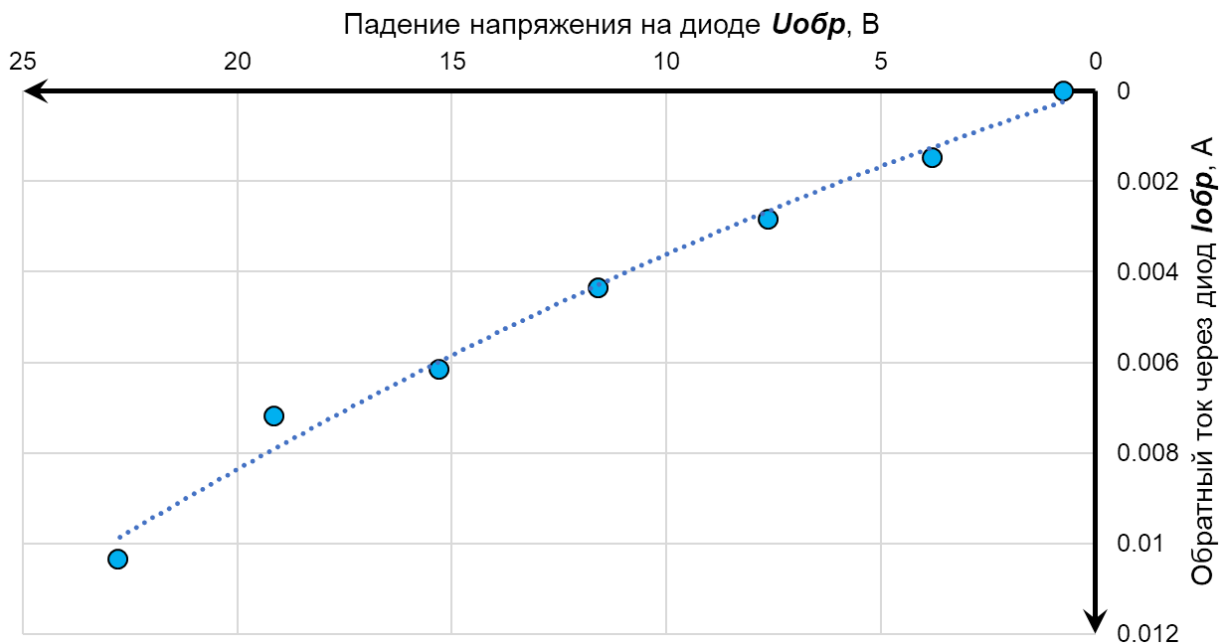


Рисунок 4 – Обратная ветвь вольтамперной характеристики диода

## 5 Контрольные вопросы

1. Что называется полупроводниковым диодом?
2. Из каких материалов изготавливаются полупроводниковые приборы?
3. Что такое собственная и примесная проводимость? Какие примеси называют донорными и акцепторными?
4. Как образуется электронно-дырочный переход? Что называется потенциальным барьером p-n перехода?
5. Почему обратный ток через p-n переход намного меньше прямого?
6. В каких устройствах (применительно к специальности) используются полупроводниковые диоды?
7. Перечислите основные параметры выпрямительных диодов
8. Что такое прямое и обратное включение диода?
9. Что такое лавинный и тепловой пробой и чем они опасны для диода?
10. Что такое обеднённый слой и за счёт чего он образуется?
11. Какая ветвь ВАХ стабилитрона является рабочей? Для каких целей применяют стабилитроны?
12. Что такое дрейфовый ток? Диффузионный?
13. Что такое коэффициент выпрямления и как он зависит от приложенного напряжения?
14. В чем особенность диодов Шоттки, их достоинства и область применения.
15. Каким образом осуществляется процесс легирования?
16. Какое влияние на режимы работы диода оказывает температура?
17. Как маркируются и обозначаются на схемах полупроводниковые диоды?

## Список использованных источников

1. Основы промышленной электроники / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1986. – 364 с.
2. Лачин, В.И. Электроника: учебное пособие для вузов / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 432 с.
3. Горбачев, Г.Н. Промышленная электроника / Г.Н. Горбачев, Е.Е. Чаплыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 412 с.
4. Прянишников, В.А. Электроника: курс лекций / В.А. Прянишников – СПб.: КОРОНА принт, 2000. – 456 с.
5. Wyatt, D. Aircraft Electrical and Electronic Systems / D. Wyatt, M. Tooley. – Second Edition – NY, Routledge, 2018. – 439 p.
6. Bell, J.A. Modern Diesel Technology: Electricity & Electronics / J.A. Bell - Second Edition – NY, Delmar, 2014. – 546 p.

# Приложение А (рекомендуемое)

## Бланк лабораторной работы

### Исследование работы полупроводникового диода

**А.1 Цель работы:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**А.2 Исследование прямой ветви вольтамперной характеристики диода**

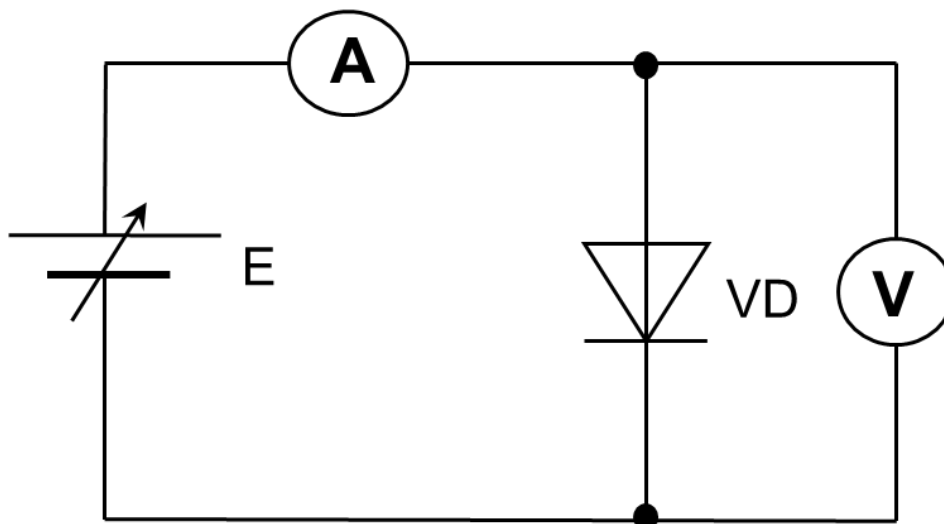


Рисунок А.1 – Схема исследования прямой ветви ВАХ диода

Таблица А.1 – Прямая ветвь ВАХ диода

$E, В$	$U_{пр}, В$	$I_{пр}, А$	$R_{ст}, Ом$

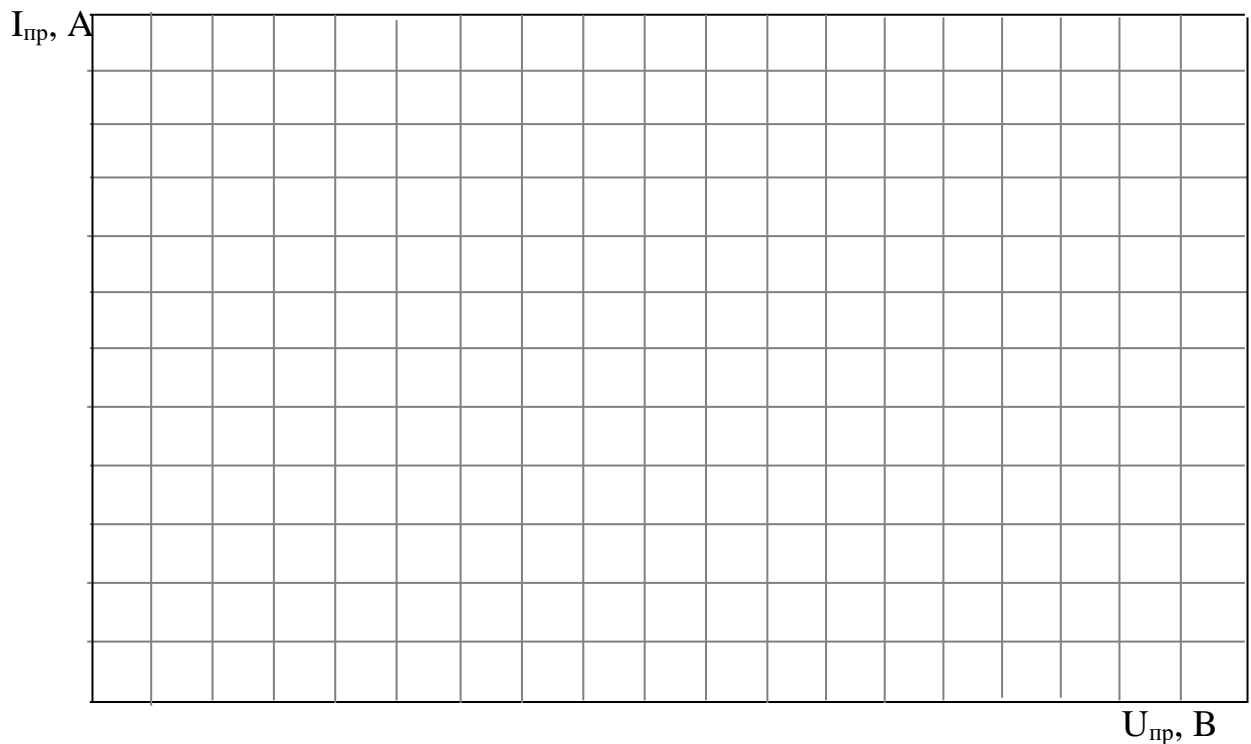


Рисунок А.2 – Прямая ветвь вольтамперной характеристики диода

### А.3 Расчет параметров диода при прямом включении

Статическое сопротивление диода

$$R_{ст} = U_{пр} / I_{пр} \quad (A.1)$$

Динамическое сопротивление диода

$$R_{д} = \Delta U_{пр} / \Delta I_{пр} \quad (A.2)$$

где  $\Delta U_{пр}$ ,  $\Delta I_{пр}$  – приращения напряжения и тока, определяемые по рисунку А.2

Коэффициент выпрямления диода

$$K_{выпр} = 1 / R_{ст} \quad (A.3)$$

где  $R_{ст}$  – статическое сопротивление диода в прямом направлении, Ом.

#### А.4 Исследование обратной ветви вольтамперной характеристики диода

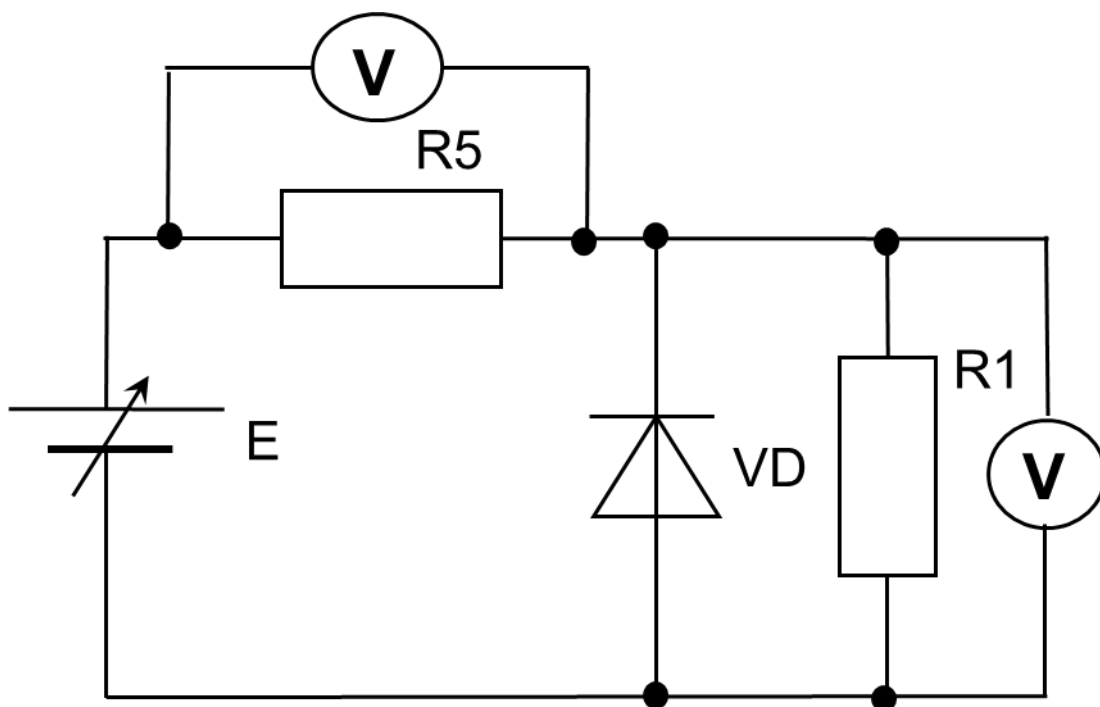


Рисунок А.3 – Схема исследования обратной ветви ВАХ диода

Таблица А.2 – Обратная ветвь ВАХ диода

$E, В$	$U1, В$	$U_{обр}, В$	$I_{обр}, мА$	$R_{ст}, Ом$

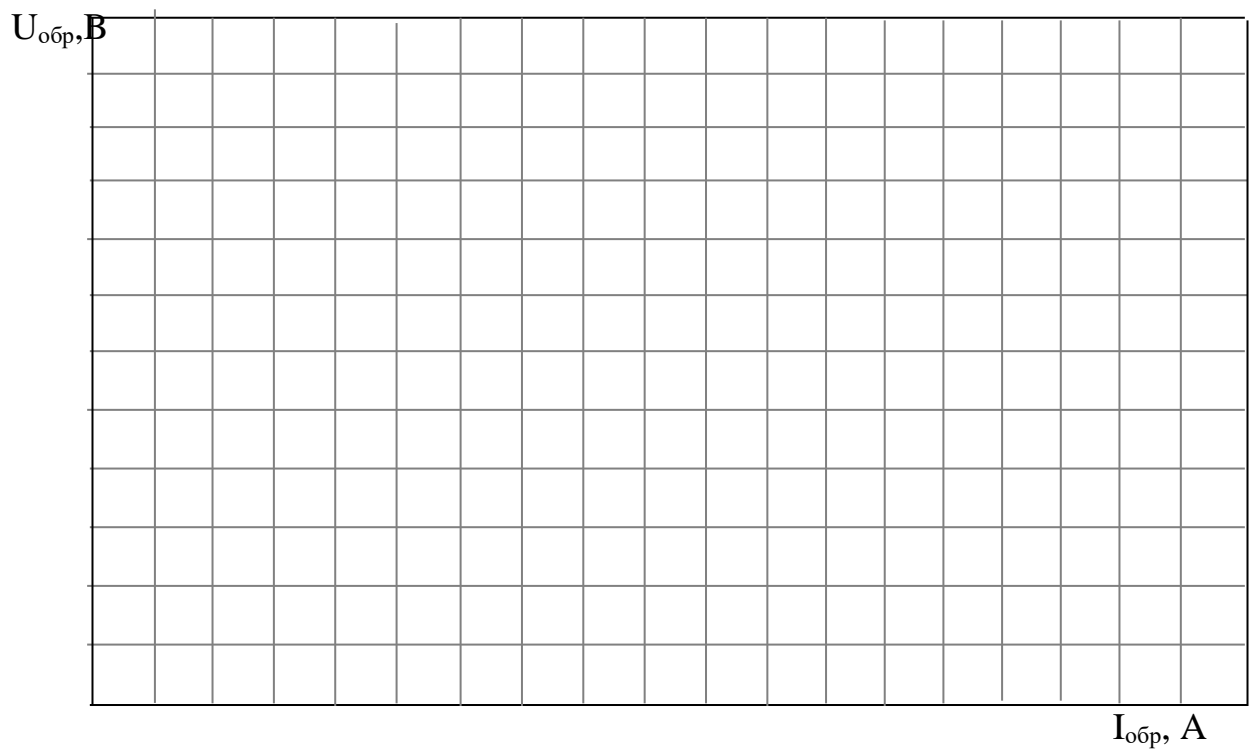


Рисунок А.4 – Обратная ветвь вольтамперной характеристики диода

### **А.5 Расчет параметров диода при обратном включении**

Статическое сопротивление диода

$$R_{ст} = U_{обр} / I_{обр} \quad (A.4)$$

### **А.6 Вывод**

---



---



---



---