

Дисциплина электроника
Лабораторный практикум №1
по теме: «Исследование характеристик и параметров
полупроводниковых диодов»

Работу выполнила:

студентка группы ИУ7-34Б

Татаринова Дарья

Работу проверил:

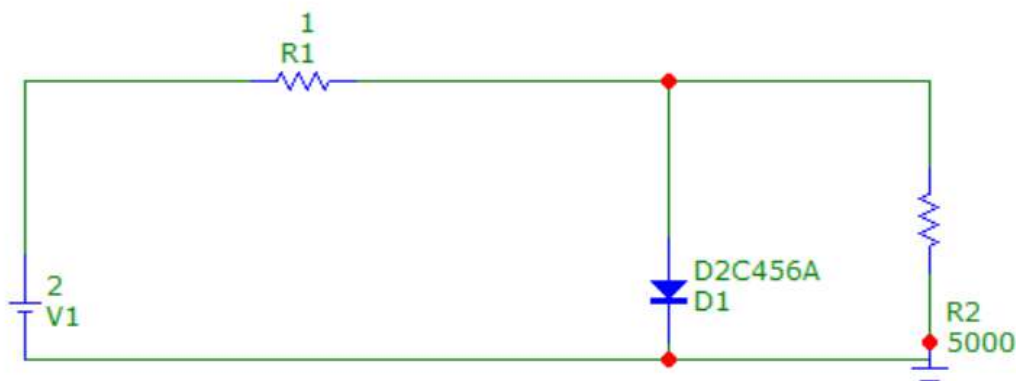
Оглоблин Д.И.

Цель работы - проведение экспериментальных исследований (натурных и модельных в программах схемотехнического анализа MathCad 14 и Micro-Cap 9) полупроводникового диода с целью получения исходных данных для расчёта параметров модели полупроводникового диода и внесение модели в базу данных программ схемотехнического анализа.

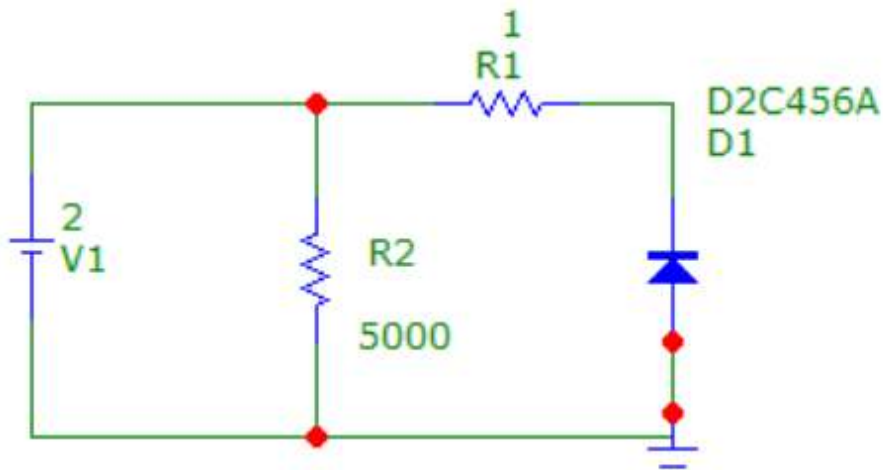
Экспериментальная часть

Для заданного диода марки D2C456A, соответствующий моему 93 варианту, проведем моделирование лабораторного стенда для получения ВАХ диода в программе Micro-Cap 9 как на прямой, так и на обратной ветвях по показанным ниже схемам:

- Схема для снятия ВАХ с прямой ветви



- Схема для снятия ВАХ с обратной ветви



Данные о диоде заносим во вкладку text.

```
.model D2C456A D(Is=31.47f Rs=9.494 Ikf=0 N=1 Xti=3 Eg=1.11 Cjo=220p M=.5959
+ Vj=.75 Fc=.5 Isr=2.035n Nr=2 Bv=5.6 Ibv=36m
* Nbv=7 Ibvl=3m Nbv1=145
+ Tbv1=500u)
```

Данный выбор схем объясняется следующими соображениями. Несмотря на то, что идеальных измерительных приборов не существует, все-таки амперметр должен обладать относительно малым сопротивлением, а вольтметр, наоборот, довольно значительным. При прямом включении диод имеет малое сопротивление, и, если параллельно к нему подключить вольтметр, то потери в токе будут не значительны, т.к. сопротивление вольтметра во много раз превышает сопротивление диода при прямом включении. При обратном включении такая схема не подходит, т.к. сопротивление диода и вольтметра станут соизмеримы, и потери в токе окажутся весомыми. Поэтому следует точно измерить ток на ветви диода, вставив в нее амперметр, потерями напряжения можно пренебречь, т.к. падение напряжения на диоде при обратном включении будет гораздо больше потерь на амперметре. Проиллюстрируем сказанное графиками, построенным в Micro-Cap 9 по схемам, приведенным выше.

DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	2,0,0,5
Variable 2	None		

Temperature

Method	Range
Linear	27

Number of Points: 5000

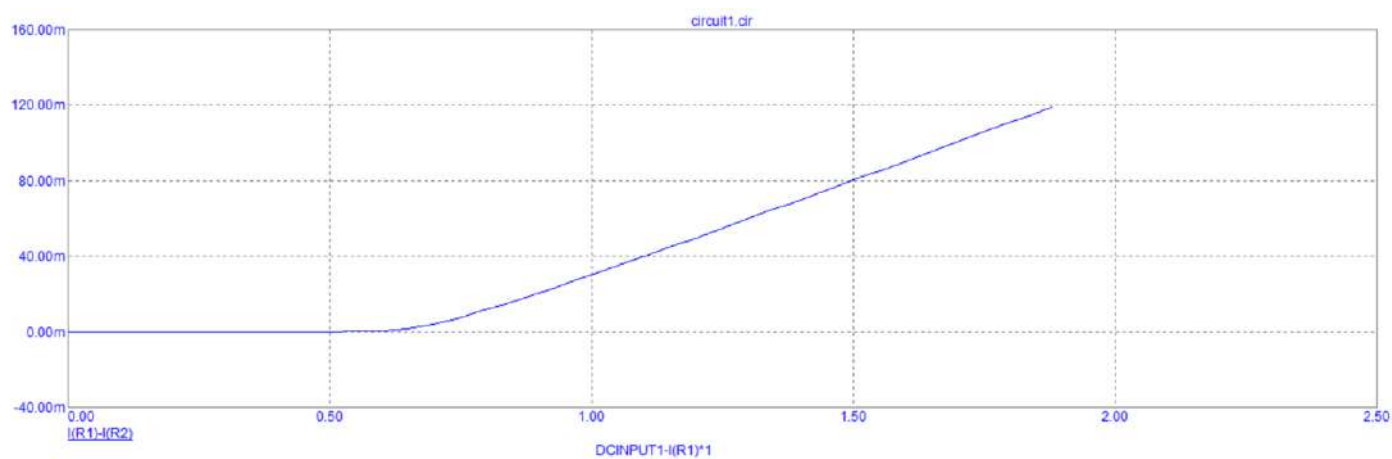
Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

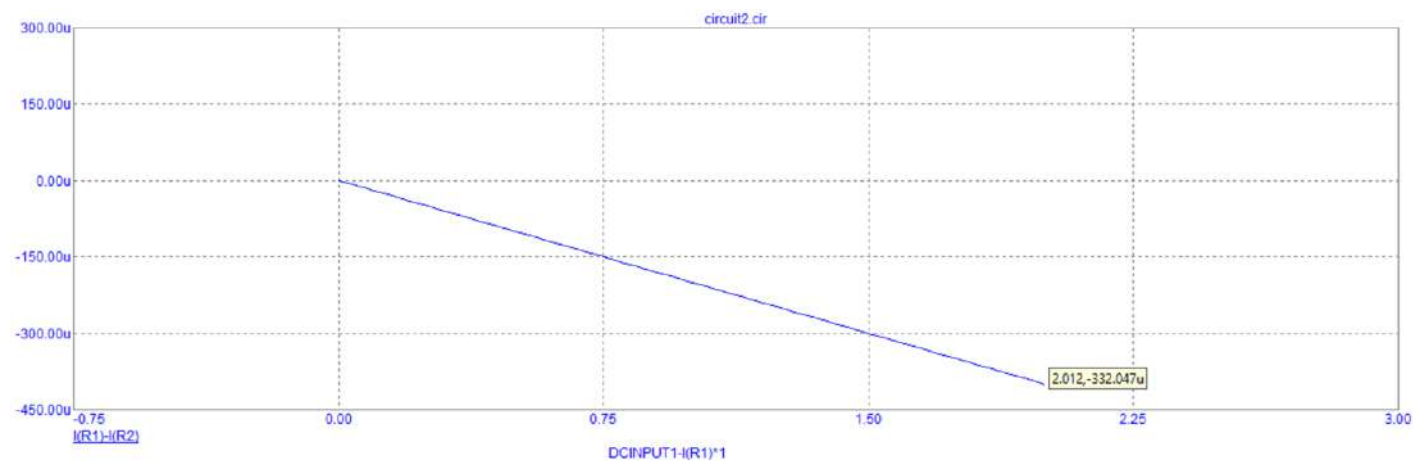
☐ Ignore Expression Errors

	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	DCINPUT1-I(R1)*1	I(R1)-I(R2)	2,5,0,0,5	0,16,-0,04,0,04
<input checked="" type="checkbox"/>					Auto	Auto
<input checked="" type="checkbox"/>					Auto	Auto

Для прямой ветви:

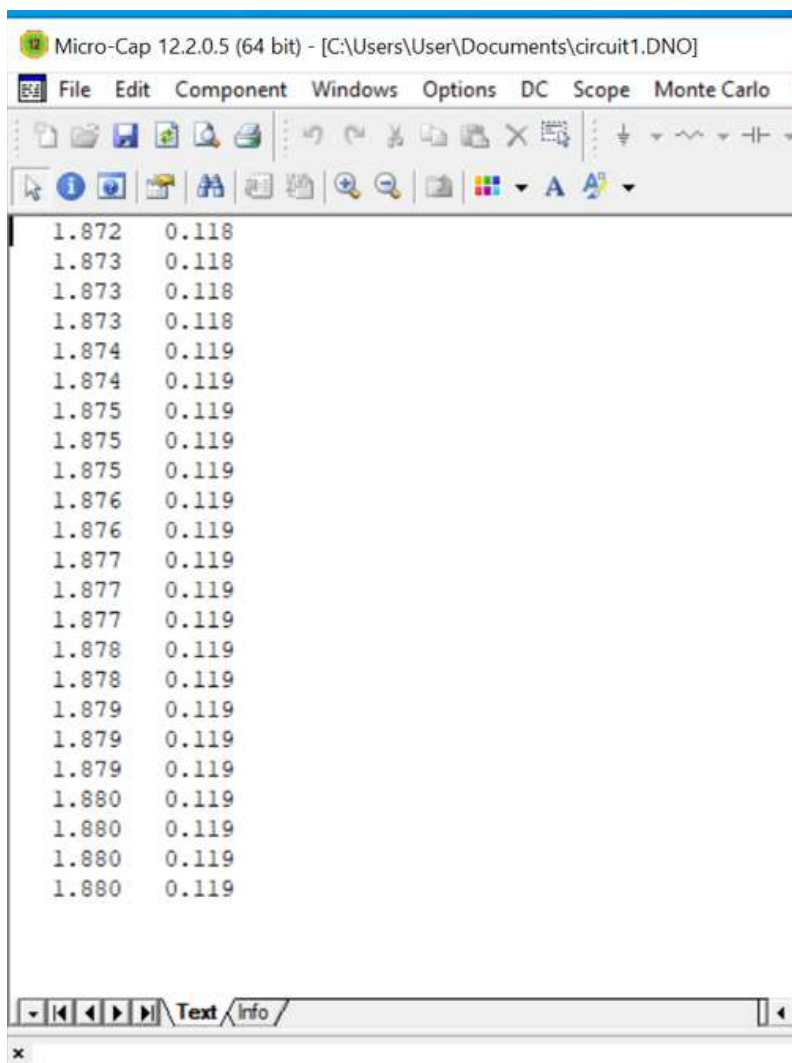


Для обратной ветви:



Для прямой ветви

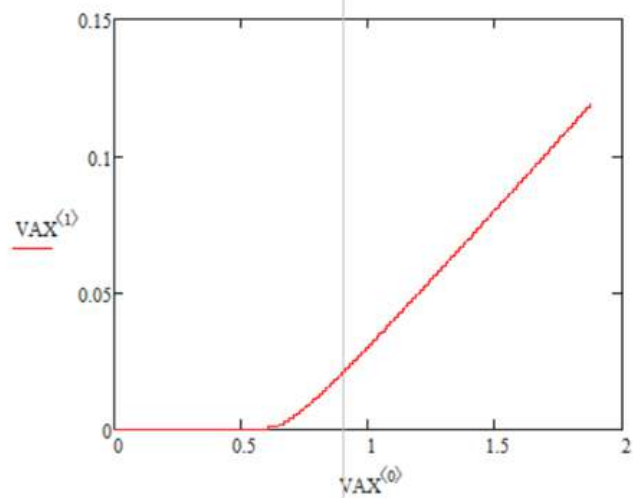
Полученные данные ВАХ сохраняем в виде текстового файла в формате, пригодном для передачи данных в программу MCAD и строю график:



Для анализа нашей ВАХ и нахождения физических параметров диода воспользуемся программой MathCAD.

VAX := READPRN("C:\Users\User\Documents\circuit1.DNO")

	0	1
0	0	0
1	0	0
2	$1 \cdot 10^{-3}$	0
3	$1 \cdot 10^{-3}$	0
4	$2 \cdot 10^{-3}$	0
5	$2 \cdot 10^{-3}$	0
6	$2 \cdot 10^{-3}$	0
VAX = 7	$3 \cdot 10^{-3}$	0
8	$3 \cdot 10^{-3}$	0
9	$4 \cdot 10^{-3}$	0
10	$4 \cdot 10^{-3}$	0
11	$4 \cdot 10^{-3}$	0
12	$5 \cdot 10^{-3}$	0
13	$5 \cdot 10^{-3}$	0
14	$6 \cdot 10^{-3}$	0
15	$6 \cdot 10^{-3}$...



Находим параметры диода в MCAD. Следуя инструкции из методички.

Is0 := 0.00000001

$m := 2$

Ft := 0.02

Given

$$0.773 = 0.01 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.01)}{Is0} \right] \cdot m \cdot Ft$$

Rb := 1

$$1.055 = 0.036 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.036)}{Is0} \right] \cdot m \cdot Ft$$

$$1.405 = 0.071 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.071)}{Is0} \right] \cdot m \cdot Ft$$

$$1.653 = 0.096 \cdot R_b + \ln \left[\frac{(Is0 + 0.096)}{Is0} \right] \cdot m \cdot Ft$$

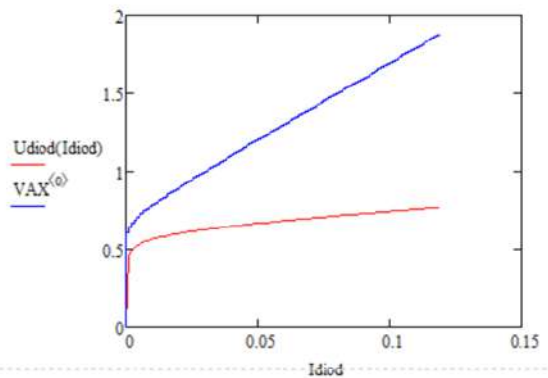
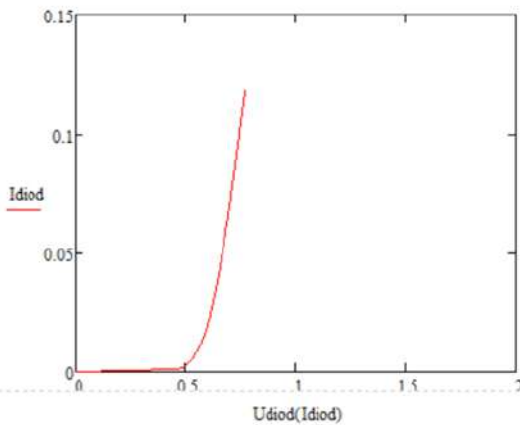
Diod_P := Minerr(Is0, Rb, m, Ft)

$$\text{Diod_P} = \begin{pmatrix} 3.988 \times 10^{-14} \\ 9.546 \\ 1.607 \\ 0.016 \end{pmatrix}$$

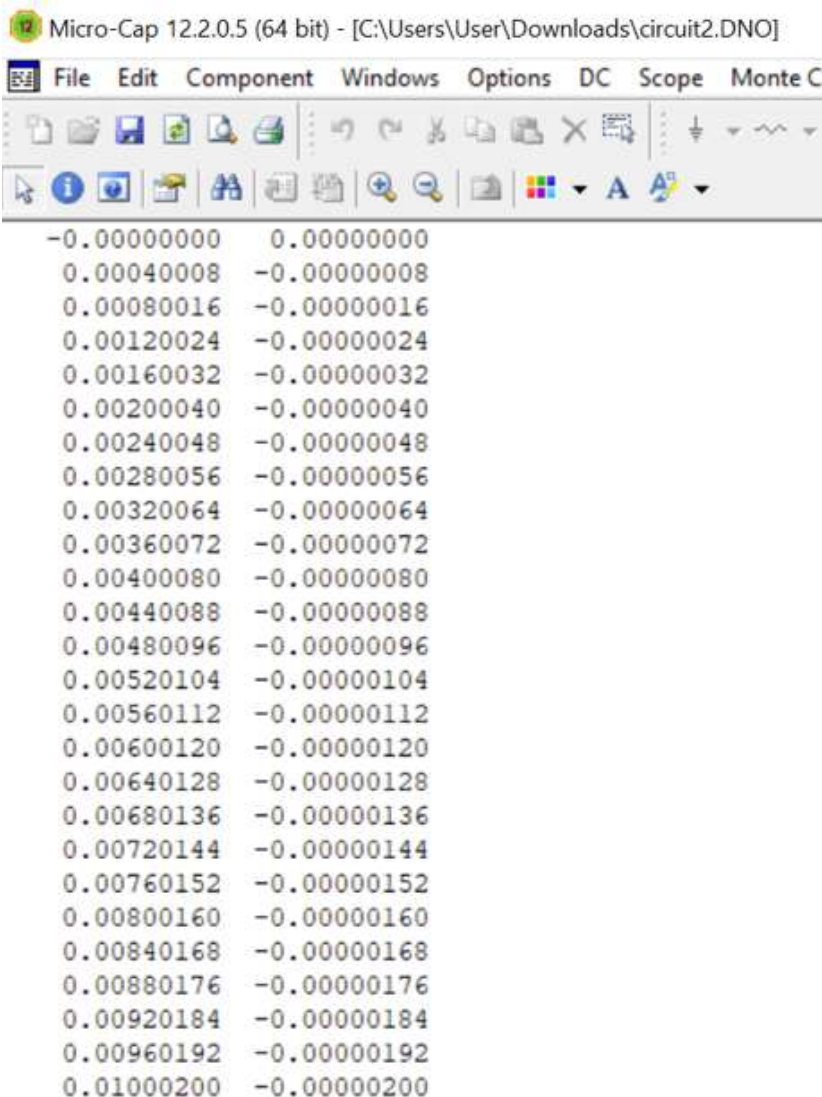
$$NFt := m \cdot Ft$$

$$Idiod := VAX^{(1)}$$

$$Udiod(Idiod) := Idiod \cdot Rb + NFt \cdot \ln \left[\frac{(Idiod + Is0)}{Is0} \right]$$



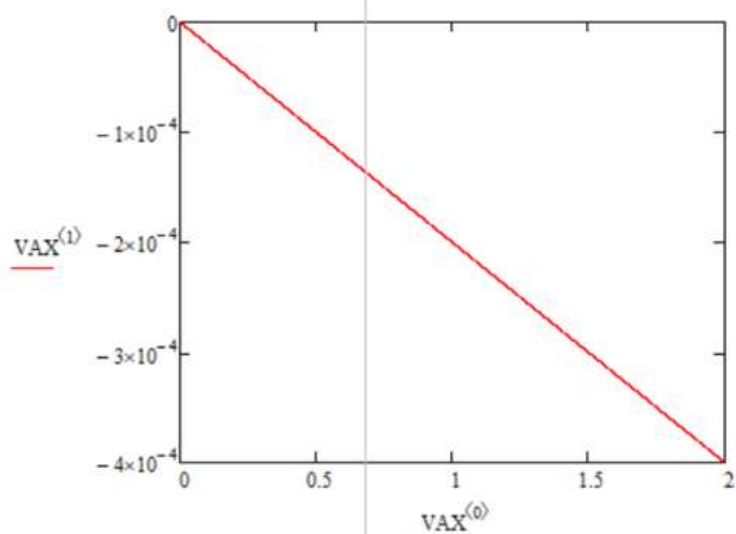
Для обратной ветви



VAX := READPRN("C:\Users\User\Downloads\circuit2.DNO")

VAX =

	0	1
0	0	0
1	$4.001 \cdot 10^{-4}$	$-8 \cdot 10^{-8}$
2	$8.002 \cdot 10^{-4}$	$-1.6 \cdot 10^{-7}$
3	$1.2 \cdot 10^{-3}$	$-2.4 \cdot 10^{-7}$
4	$1.6 \cdot 10^{-3}$	$-3.2 \cdot 10^{-7}$
5	$2 \cdot 10^{-3}$	$-4 \cdot 10^{-7}$
6	$2.4 \cdot 10^{-3}$	$-4.8 \cdot 10^{-7}$
7	$2.801 \cdot 10^{-3}$	$-5.6 \cdot 10^{-7}$
8	$3.201 \cdot 10^{-3}$	$-6.4 \cdot 10^{-7}$
9	$3.601 \cdot 10^{-3}$	$-7.2 \cdot 10^{-7}$
10	$4.001 \cdot 10^{-3}$	$-8 \cdot 10^{-7}$
11	$4.401 \cdot 10^{-3}$	$-8.8 \cdot 10^{-7}$
12	$4.801 \cdot 10^{-3}$	$-9.6 \cdot 10^{-7}$
13	$5.201 \cdot 10^{-3}$	$-1.04 \cdot 10^{-6}$
14	$5.601 \cdot 10^{-3}$	$-1.12 \cdot 10^{-6}$
15	$6.001 \cdot 10^{-3}$...



$$Ud1 := 0.27606$$

$$Ud2 := 0.56291$$

$$Ud3 := 0.97219$$

$$Ud4 := 1.5027$$

$$Id1 := -5.521e-005$$

$$Id2 := -0.00011258$$

$$Id3 := -0.00019444$$

$$Id4 := -0.00030054$$

$$Rb := \frac{(Ud1 - 2 \cdot Ud2 + Ud3)}{Id1}$$

$$Rb = -2.218 \times 10^3$$

$$NFt := \frac{[(3 \cdot Ud2 - 2 \cdot Ud1) - Ud3]}{\ln(2)}$$

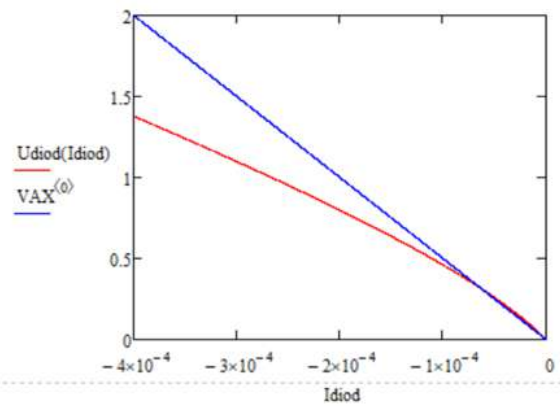
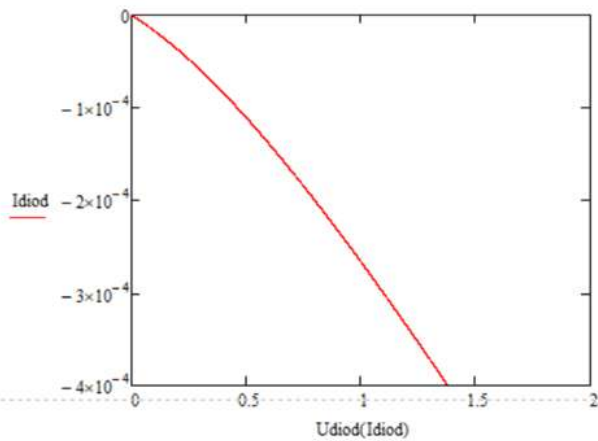
$$NFt = 0.237$$

$$Is0 := Id1 \cdot e^{\left[\frac{(Ud2 - 2 \cdot Ud1)}{NFt} \right]}$$

$$Is0 = -5.778 \times 10^{-5}$$

$$Idiod := VAX^{(1)}$$

$$Udiod(Idiod) := Idiod \cdot Rb + Nft \cdot \ln \left[\frac{(Idiod + Is0)}{Is0} \right]$$



Вывод

В процессе выполнения практикума мы научились создавать, настраивать и заносить в базу данных различные модели диодов. В ходе работы мы использовали программное обеспечение Micro-Cap 9 и MathCAD 14. В качестве результатов работы были приведены различные графики, в том числе и графики вольтамперных характеристик, чтобы наглядно можно было увидеть расхождение реальных и моделируемых объектов.