

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства»

Домашнее задание №1

по дисциплине

«Электроника»

Выполнили студенты группы РЛ-41

Филимонов С.В.

Мухин Г. А.

Сиятелев А.Ю.

Фамилия И.О.

Проверил проф. Крайний В.И.

Оценка в баллах _____

Москва, 2022

СОКРАЩЕНИЯ ТЕРМИНОВ И АББРЕВИАТУР

ВАХ - Вольт амперная характеристика

МС - Micro-CAP12

Оглавление

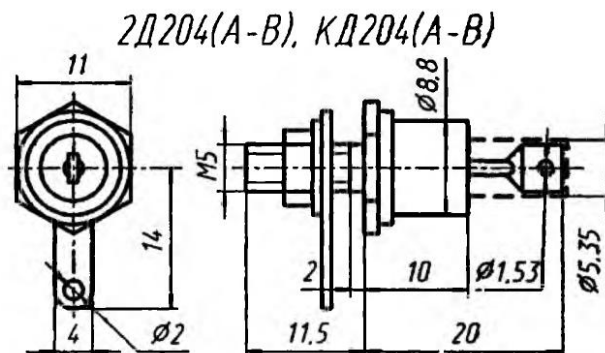
СОКРАЩЕНИЯ ТЕРМИНОВ И АББРЕВИАТУР.....	
ДИОД.....	
1. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ.....	
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ.....	
3. ОПРЕДЕЛИТЬ ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИ ДИОДА ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА.....	
4.	

ДИОД

KD204B

2Д204А, 2Д204Б, 2Д204В, КД204А, КД204Б, КД204В

Диоды кремниевые, диффузионные. Предназначены для преобразования переменного напряжения частотой до 50 кГц. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с жесткими выводами. Тип диода и схема соединения электродов с выводами приводятся на корпусе. Масса диода не более 6 г, с комплектующими деталями не более 7,5 г.



Электрические параметры

Постоянное прямое напряжение

при $I_{пр} = 0,6$ А, не более:

$T = +25$ °С 1,4 В

$T = -60$ °С 1,6 В

Импульсное прямое напряжение при

$I_{пр, и} = 2$ А, $I_{пр, ср} = 30$ мА, $f = 1500$ Гц,

$t_{и} = 10$ мкс, $t_{ф} \leq 4$ мкс для 2Д204А, 2Д204Б,

2Д204В, не более 2 В

Постоянный обратный ток при $U_{обр} = U_{обр, макс}$,
не более:

$T = +25$ и -60 °С:

2Д204А, КД204А 150 мкА

2Д204Б, КД204Б 100 мкА

2Д204В, КД204В 50 мкА

$T = +85$ °С:

КД204А 2 мА

КД204Б 1 мА

КД204В 0,5 мА

$T = +125$ °С:

2Д204А 2 мА

2Д204Б 1 мА

2Д204В 0,5 мА

Время обратного восстановления при

$U_{обр, и} = 30$ В, $I_{пр, и} = 1$ А, $t_{и} = 10$ мкс,

$t_{ф} \leq 0,5$ мкс, не более 1,5 мкс

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ВАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

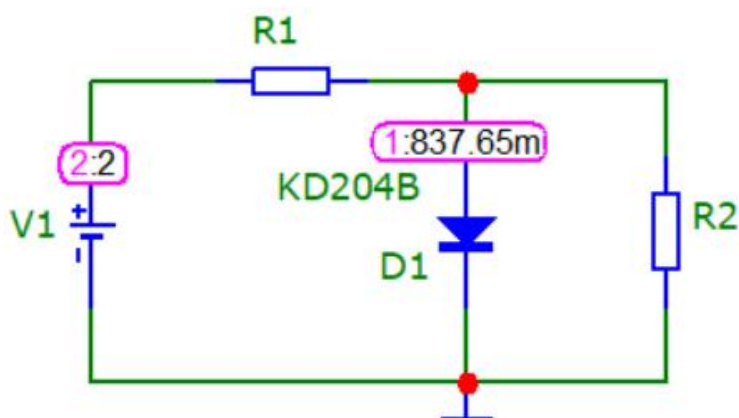


Рис. 1 Схема

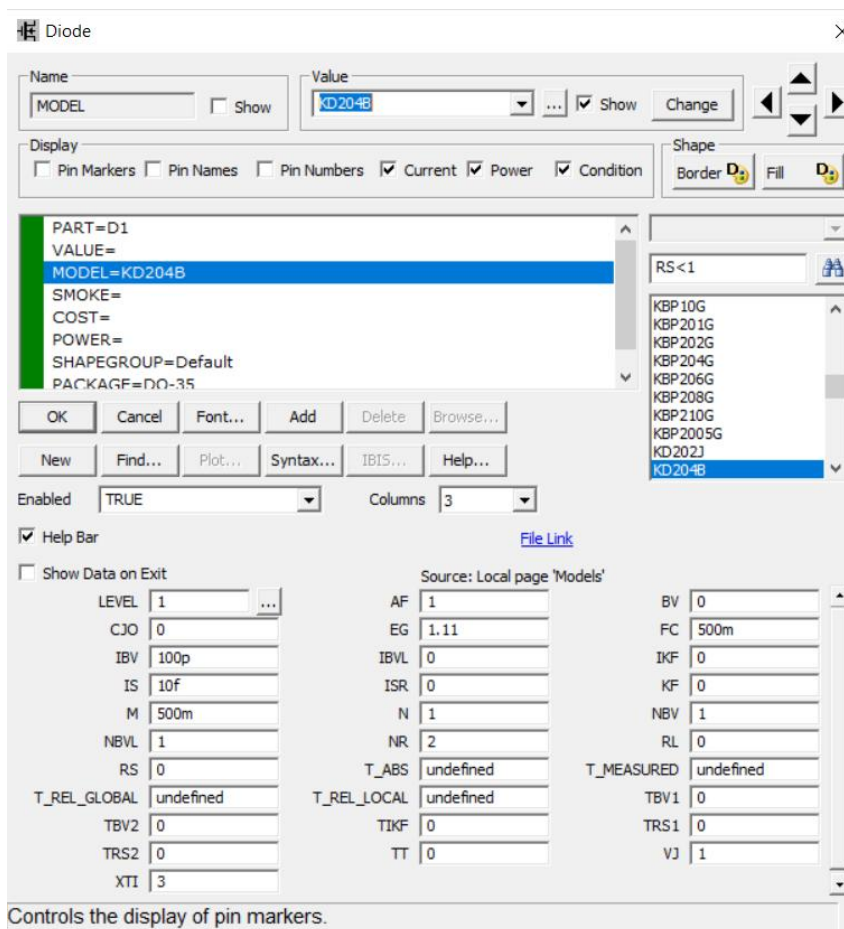


Рис.2 Описание диода в программе МС

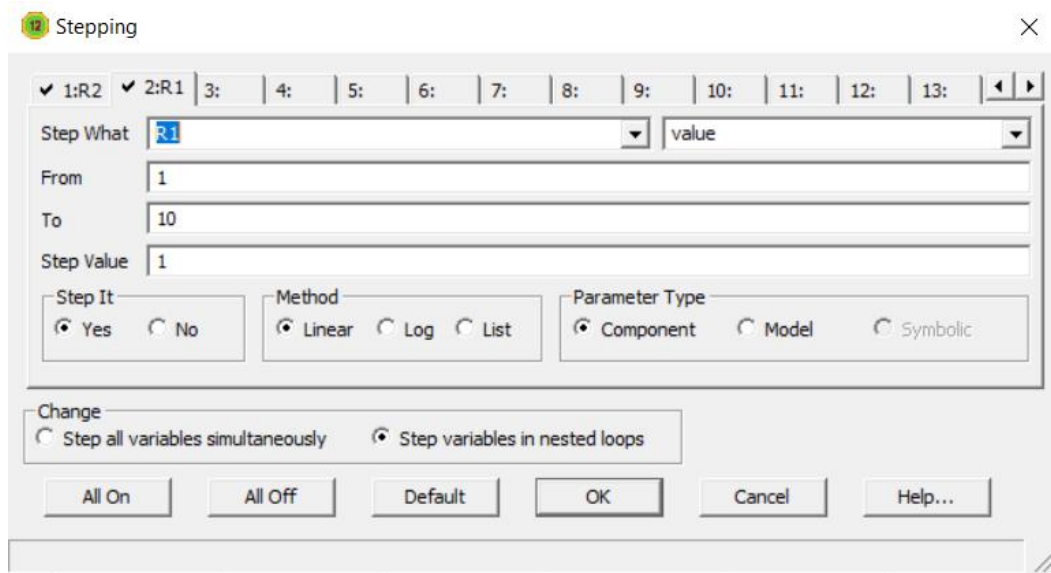


Рис.5 Настройка Stepping

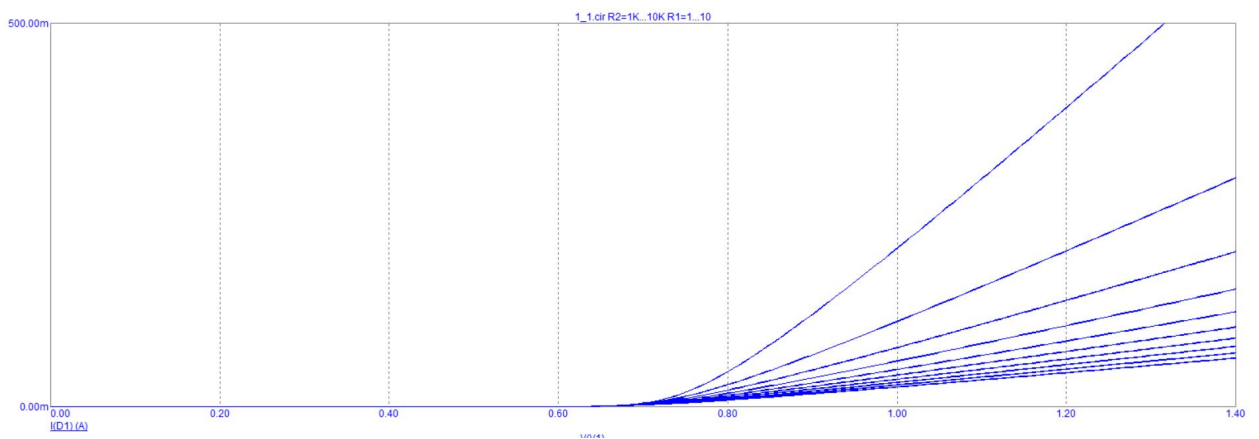


Рис. 6 График ВАХ

Для $R1=1..10$ Ом. При увеличении величины сопротивления $R1$ ВАХ смещается из-за увеличения падения напряжения на $R1$.

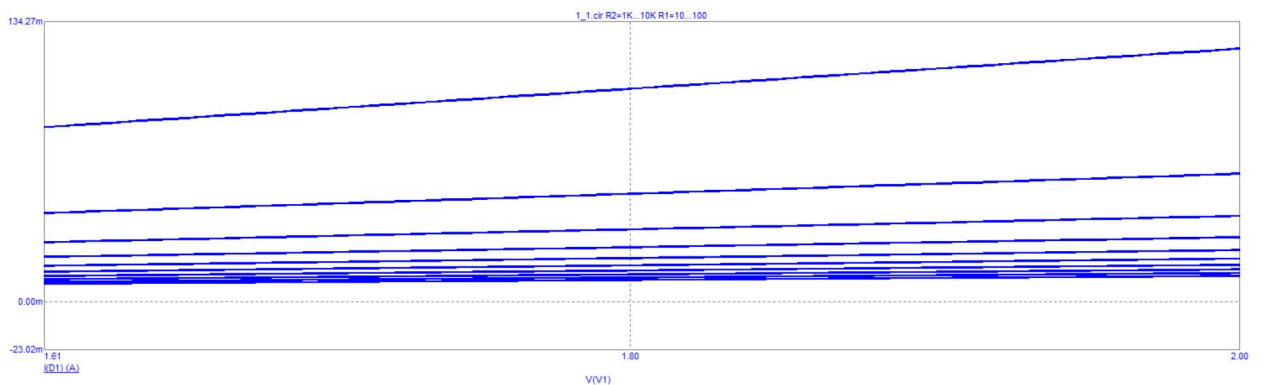


Рис. 7 $R1$ увеличивается

Графики расположены очень близко друг к другу поскольку сопротивления R_2 и диод включены параллельно и $R_{\text{диода}} \ll R_2$.

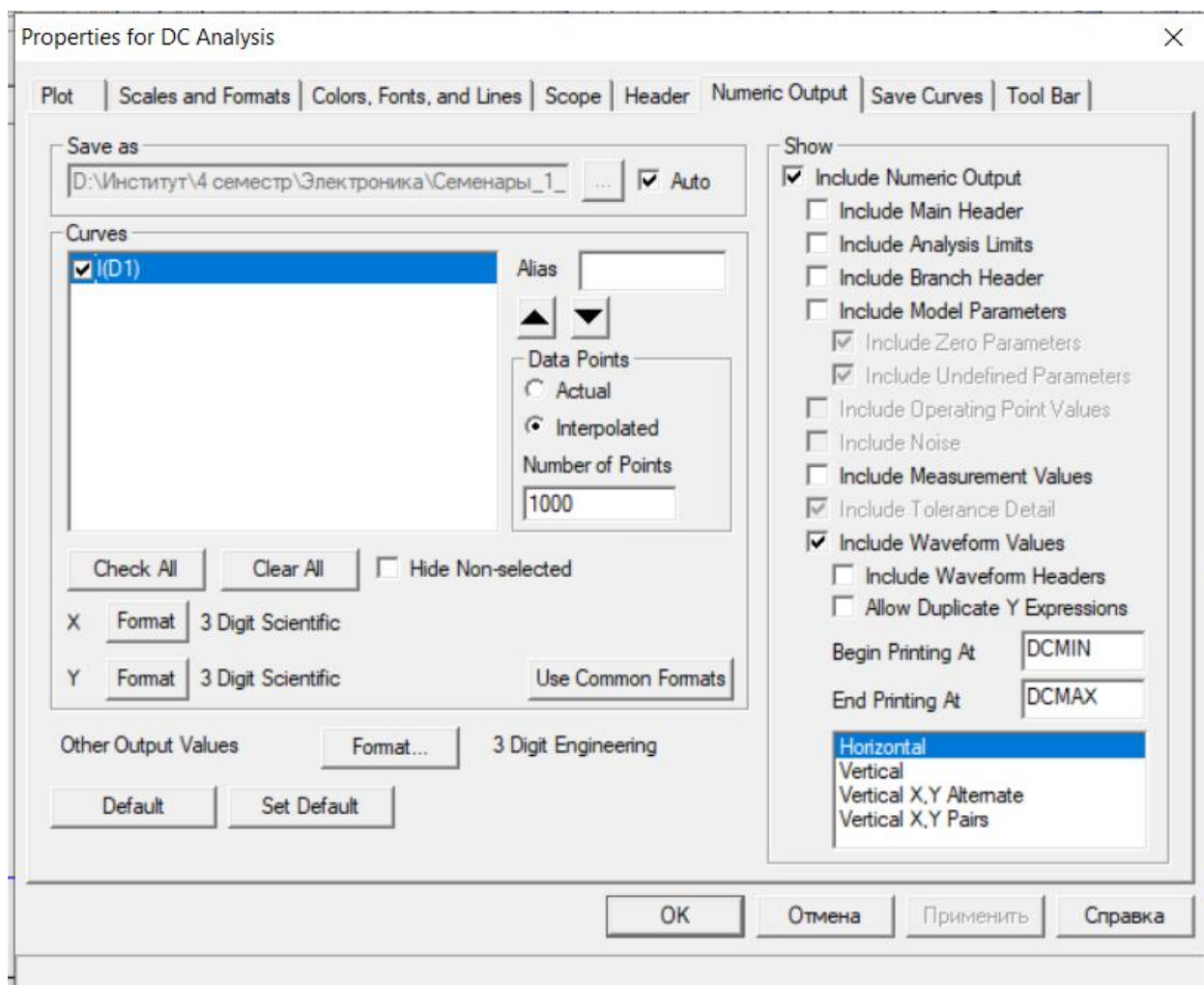


Рис. 8 Настройка для сохранения точек.

V (V1)	I (D1) (A)
0.000E+00	1.000E-50
2.002E-03	2.855E-15
4.004E-03	5.711E-15
6.006E-03	8.657E-15
8.008E-03	1.169E-14
1.001E-02	1.473E-14
1.201E-02	1.799E-14
1.401E-02	2.124E-14
1.602E-02	2.465E-14
1.802E-02	2.817E-14
2.002E-02	3.170E-14
2.202E-02	3.555E-14
2.402E-02	3.939E-14
2.603E-02	4.346E-14
2.803E-02	4.771E-14
3.003E-02	5.195E-14
3.203E-02	5.667E-14
3.403E-02	6.139E-14
3.604E-02	6.644E-14
3.804E-02	7.174E-14
4.004E-02	7.705E-14
4.204E-02	8.305E-14
4.404E-02	8.906E-14
4.605E-02	9.554E-14
4.805E-02	1.024E-13

Рис.9 Точки

$$Rb = 1.106$$

$$Is = 1.331 \cdot 10^{-8}$$

$$NFt = 0.044$$

$$F(x) := x \cdot Rb + \ln \left[\frac{(IS + x)}{IS} \right] \cdot NFt.$$

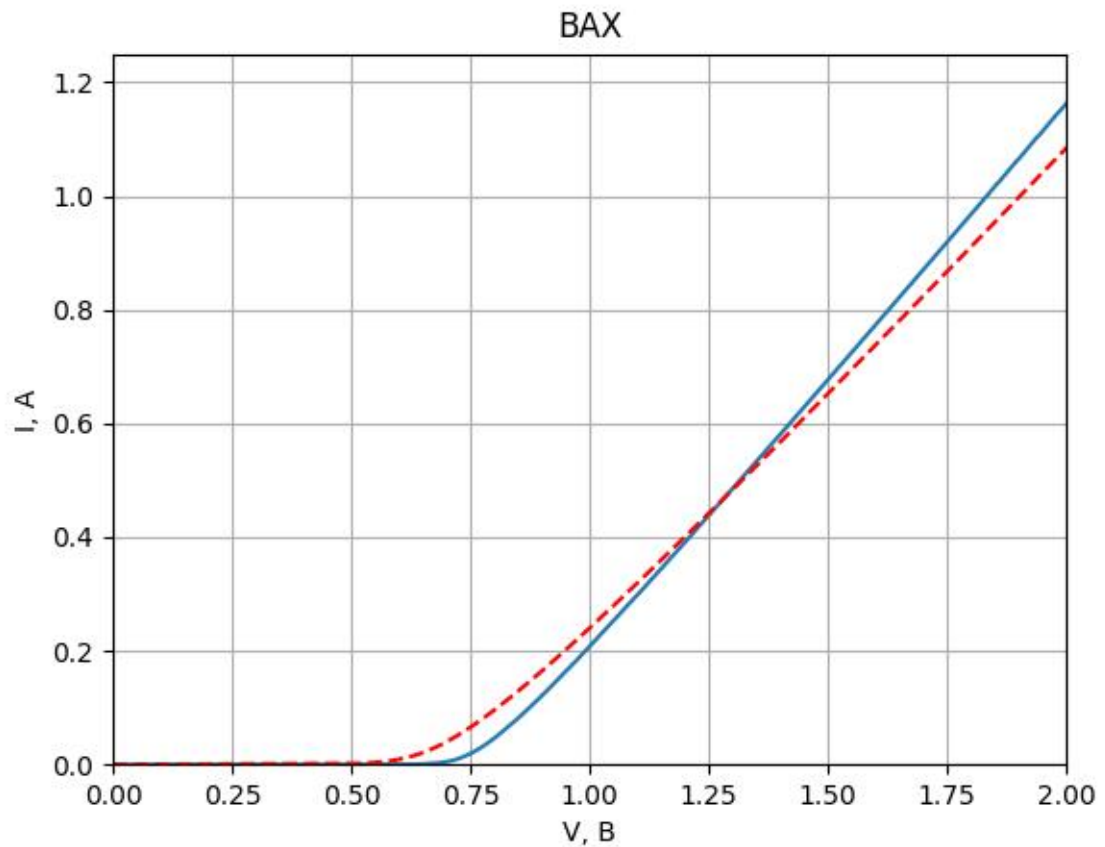


Рис. 10 Вах теоретический
График обратной ветви ВАХ.

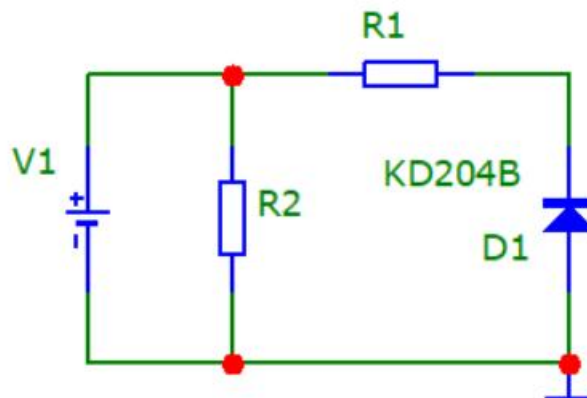


Рис. 1 Схема

Строим обратную ветвь ВАХ диода. Диалоговое окно задания параметров для построения ВАХ следующее:

DC Analysis Limits

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

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Auto	V1	5,0,0.01
Variable 2	None		

Temperature

Method	Range
Linear	27

Number of Points: 51

Maximum Change %: 1

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range	>
1	1	DCINPUT1	I(D1)	5,0,1	1e-11,-1.5e-11,5	

Defines the range of the Y-axis. Format is <high>[, <low>[, <grid spacing>[, <bold grid spacing>]]], <comment>].

Рис. 2 Настройка пределов

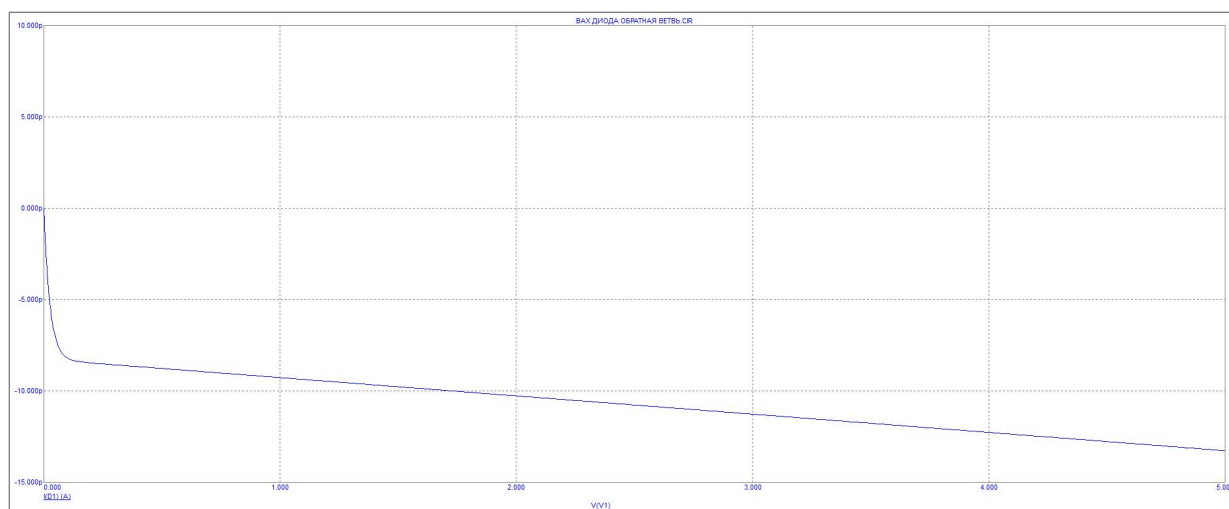


Рис. 3 График обратного ВАХ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

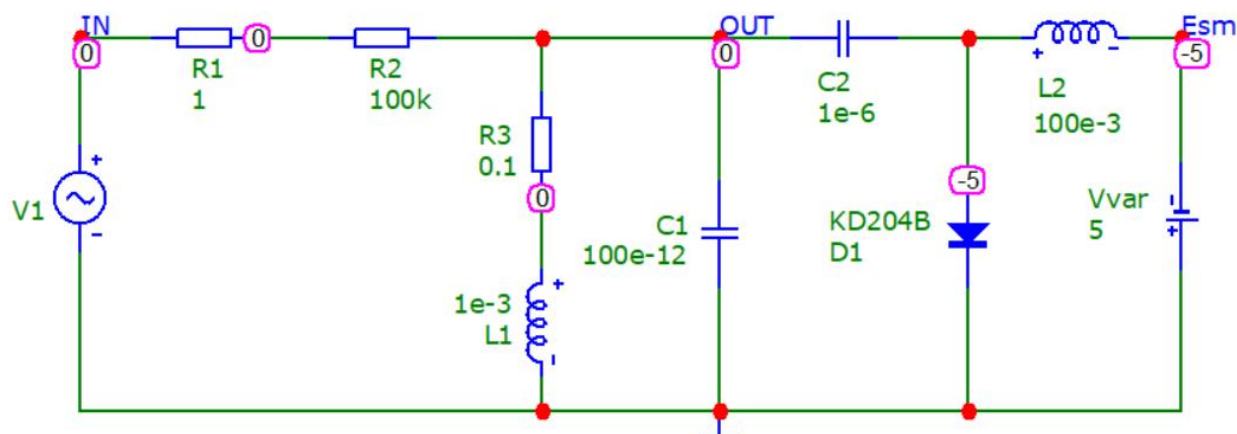


Рис. 1 Схема

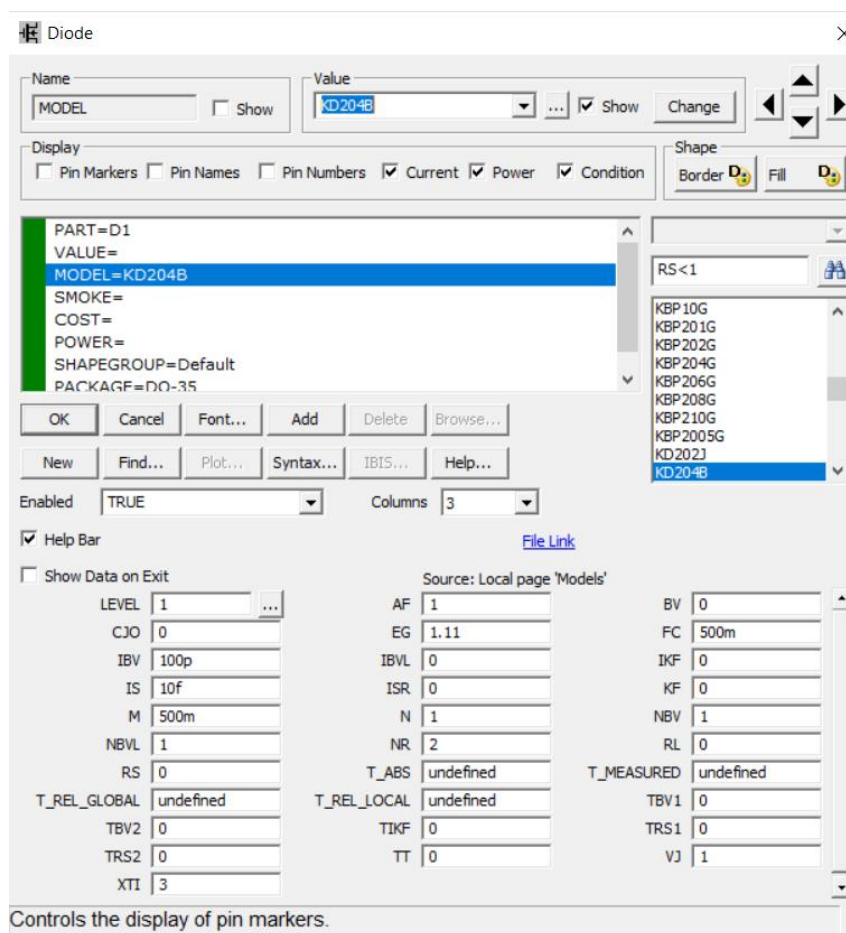


Рис.2 Описание диода в программе МС

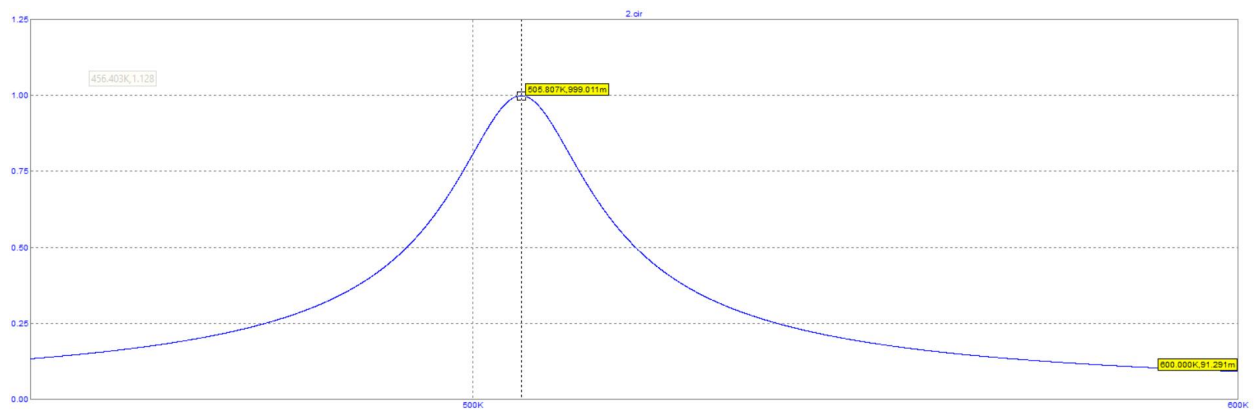


Рис.3 ВФХ

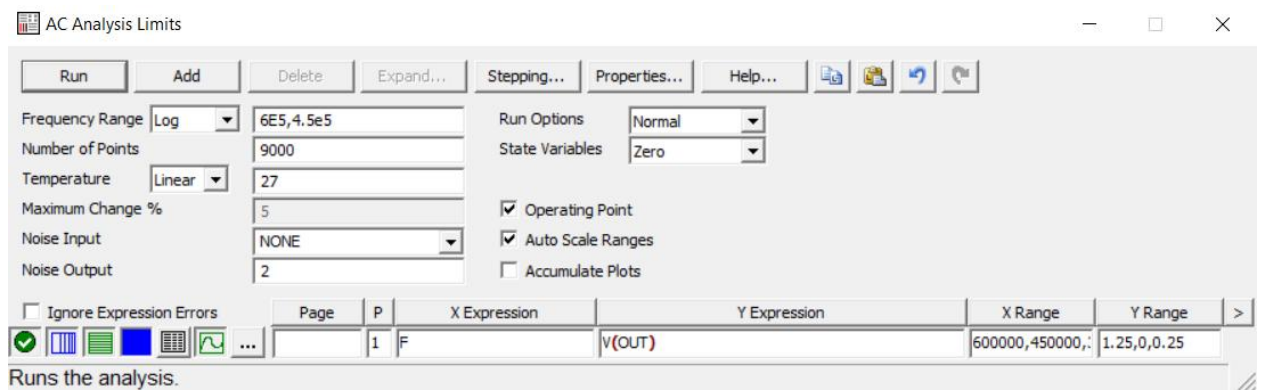
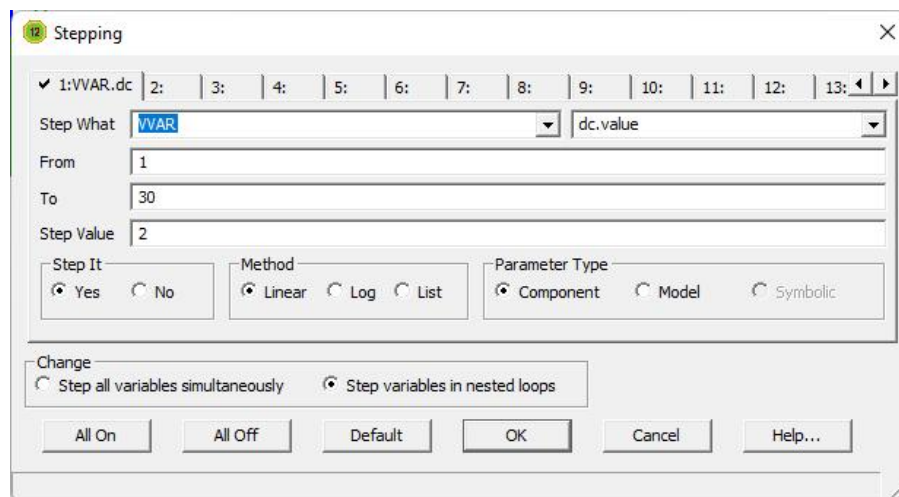
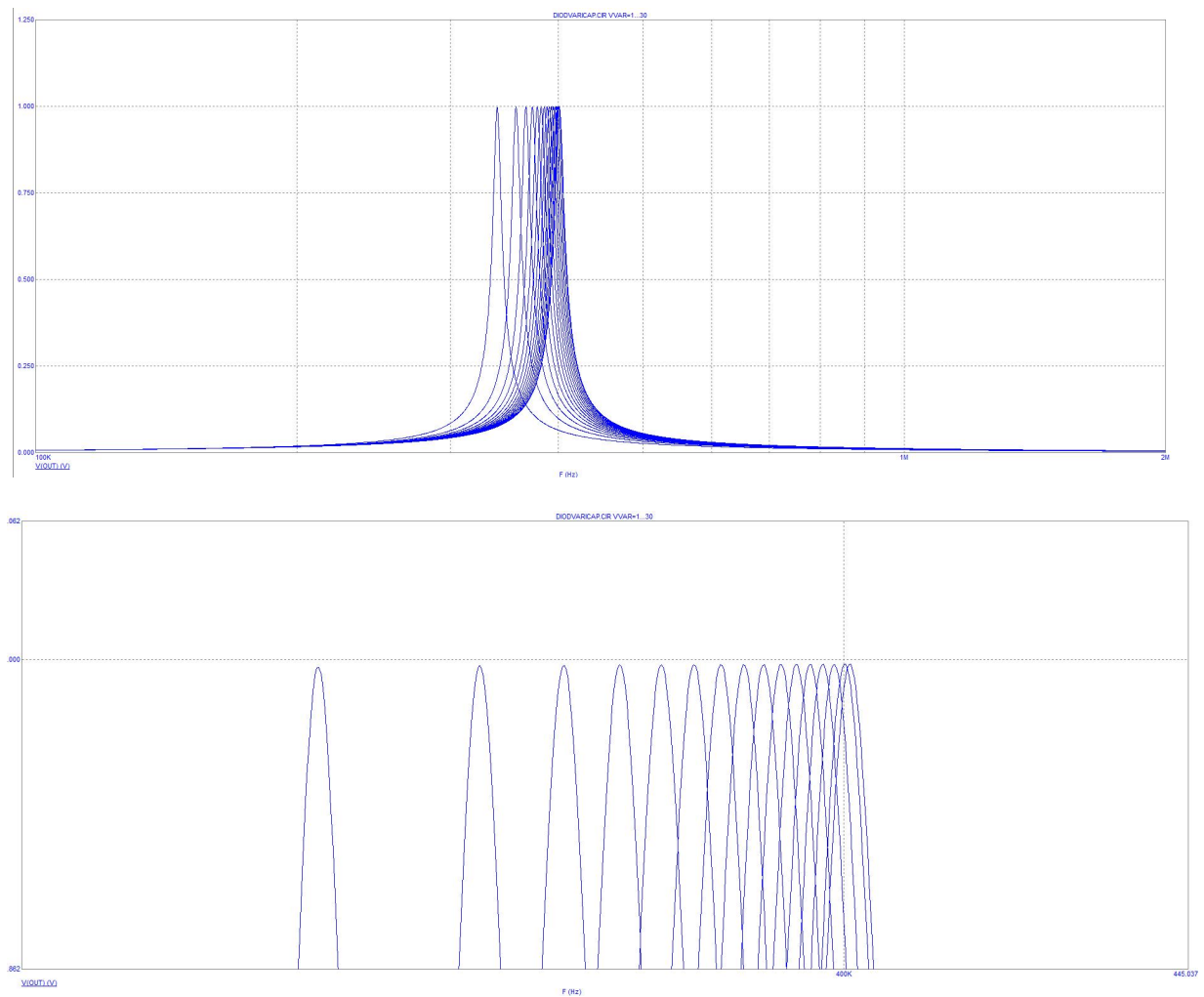


Рис.4 Настройки графика в МС

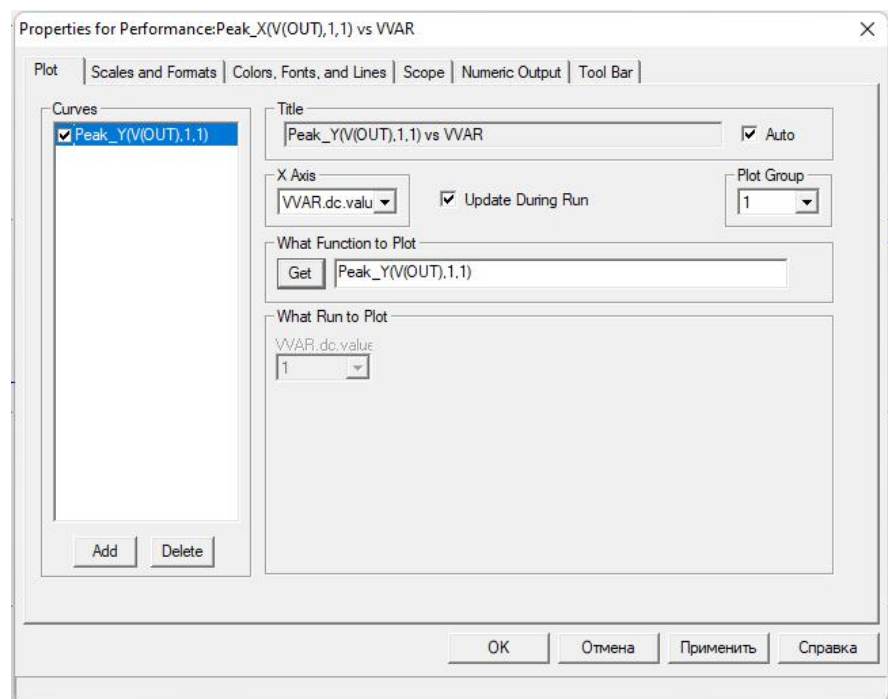
Stepping:



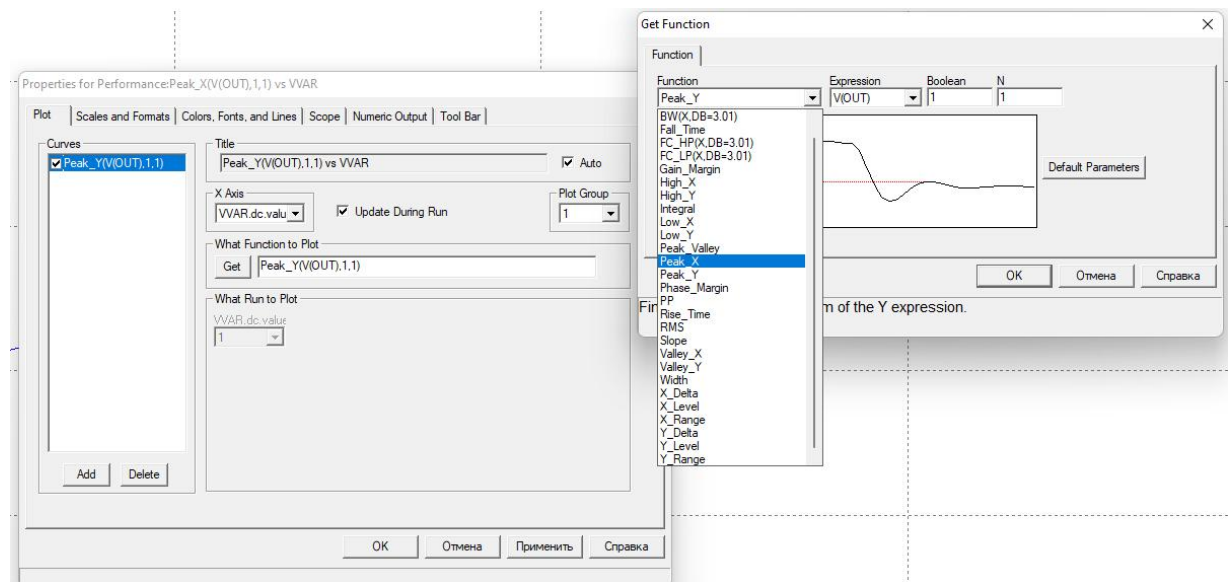
Проведя анализ, получим резонансные кривые:



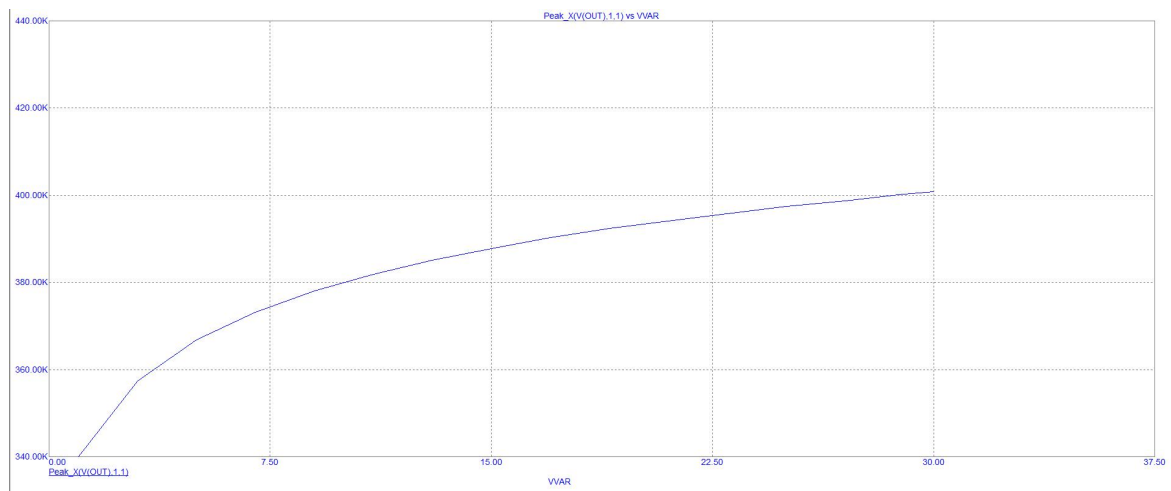
Для построения зависимости резонансной частоты как функцию напряжения источника Vvar выберем AC→Performance window→Add performance window.



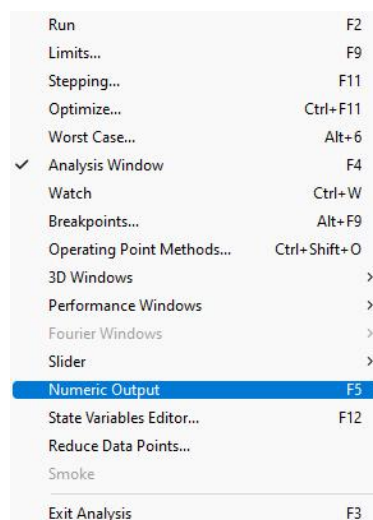
Нажмем Get и выберем в меню Peak_X:



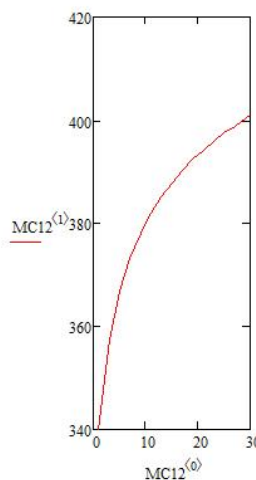
Получаем следующий график:



Вывод данных:



MC12 = READPRN("DIODVARICAP Peak_X(V(OUT),1,1) vs VVAR.ANO")

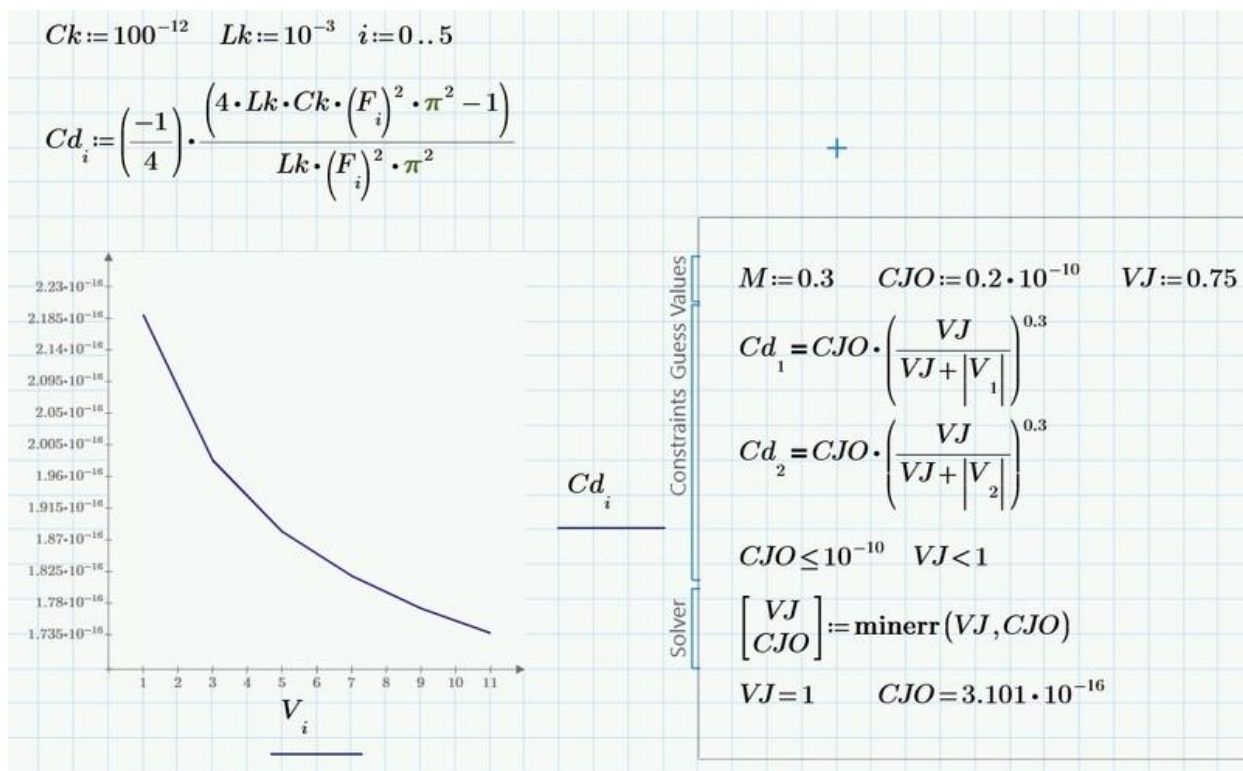


MC12 =

	0	1
4	9	378.064
5	11	381.865
6	13	385.032
7	15	387.776
8	17	390.31
9	19	392.421
10	21	394.11
11	23	395.8
12	25	397.489
13	27	398.755
14	29	400.233
15	30	...

длина(MC12⁽¹⁾) = 16

Далее рассчитываем емкость диода и строим график ее зависимости от обратного напряжения (вольт-фарадная характеристика):

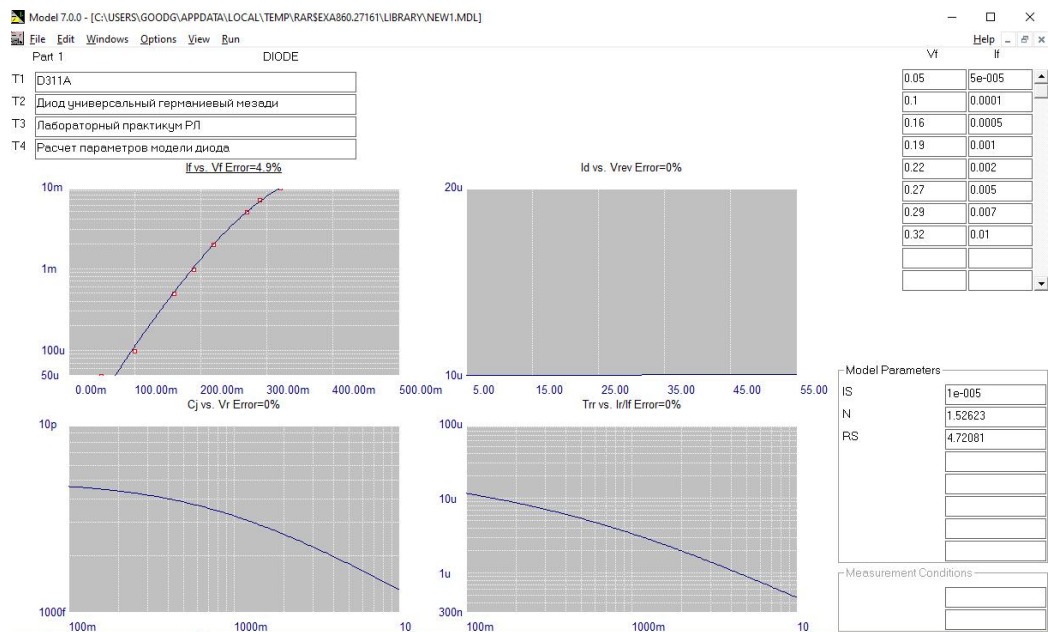


ОПРЕДЕЛИТЬ ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИ ДИОДА ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА

I, mA	U, B
0,05	0,05
0,1	0,10
0,5	0,16
1	0,19
2	0,22
5	0,27
7	0,29
10	0,32

Таблица 1 – Результаты снятия ВАХ для прямой ветви ДЗ11А.

Используя экспериментальные данные из табл. 1 получим характеристики диода ДЗ11А в программе MODEL.



Model Parameters

CJO	5e-012
M	0.5
VJ	0.75
FC	0.5
EG	1.11
XTI	3

Model Parameters

RL	1e+009
BV	500

Model Parameters

TT	5e-006

Model Parameters

IS	1e-005
N	1.52623
RS	4.72081

Теперь соберем схему в программе Microcap и в используемом диоде используем параметры, полученные в программе MODEL.


```

Micro-Cap 12.2.0.5 (64 bit) - [C:\circuits\Exploration_D311A_VAC.DNO]
File Edit Component Windows Options DC Scope Monte Carlo Help

*****
***** Micro-Cap 12.2.0.5 (64 bit) *****
*****
***** DC Analysis of Exploration_D311A_VAC *****
***** 14.03.2022 14:41:23 *****
*****

Limits
=====
Variable 1 Method      Linear
Variable 1 Name        V1
Variable 1 Range       0.32,0,0.01
Variable 2 Method      None
Variable 2 Name
Variable 2 Range
Temperature             Linear 27
Number of Points       51
Maximum Change %       5
Run Options            Normal
Auto Scale Ranges      On
Accumulate Plots       Off
Ignore Expression Errors Off

*****
***** Temperature=27 *****
*****

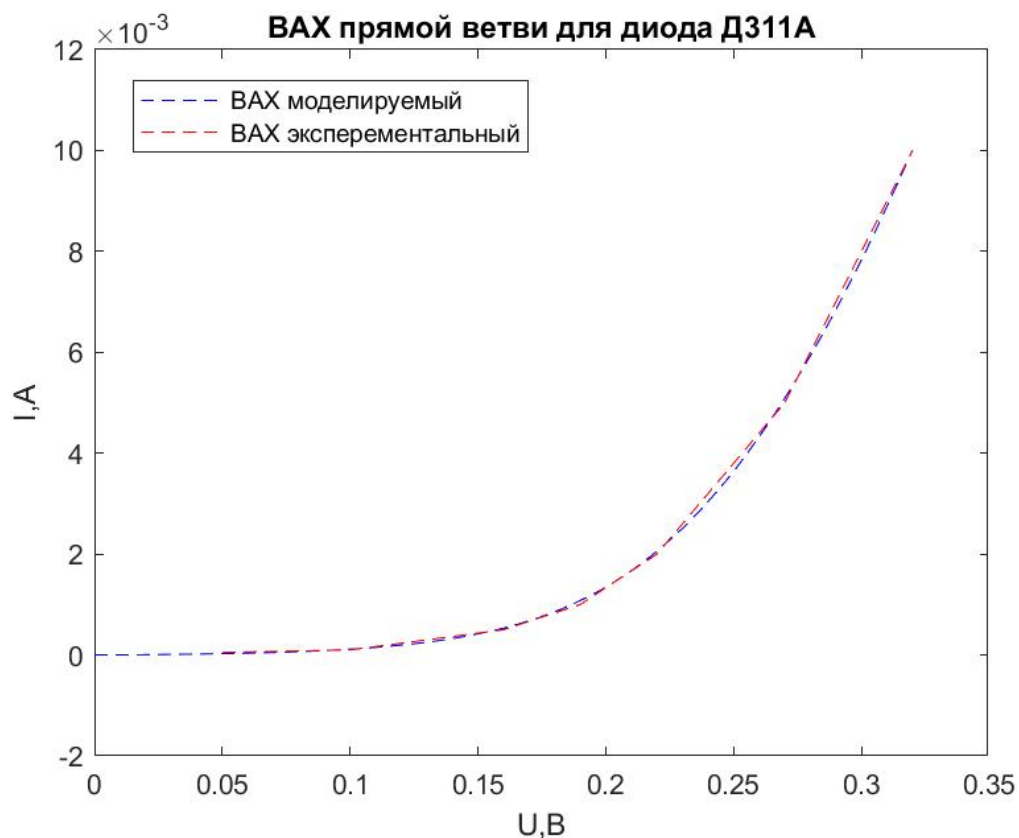
Temperature=27

Interpolated Waveform Values
=====
      V (V1)      I (D1)
              (A)
0.000E+00 -3.334E-34
6.400E-03 1.842E-06
1.280E-02 3.916E-06
1.920E-02 6.288E-06
2.560E-02 9.255E-06
3.200E-02 1.258E-05
3.840E-02 1.651E-05
4.480E-02 2.128E-05
5.120E-02 2.660E-05
5.760E-02 3.309E-05
6.400E-02 4.074E-05

Text/Info
Exploration_D311A_VAC.cir DC Analysis Exploration_D311A_VAC.DNO

```

После чего данные из полученного файла табличных значений занесем в MATLAB для построения графика ВАХ и сравнения экспериментального ВАХ, полученного на лабораторной работе с ВАХ, который был построен программой Microcap с параметрами диода из программы MODEL.



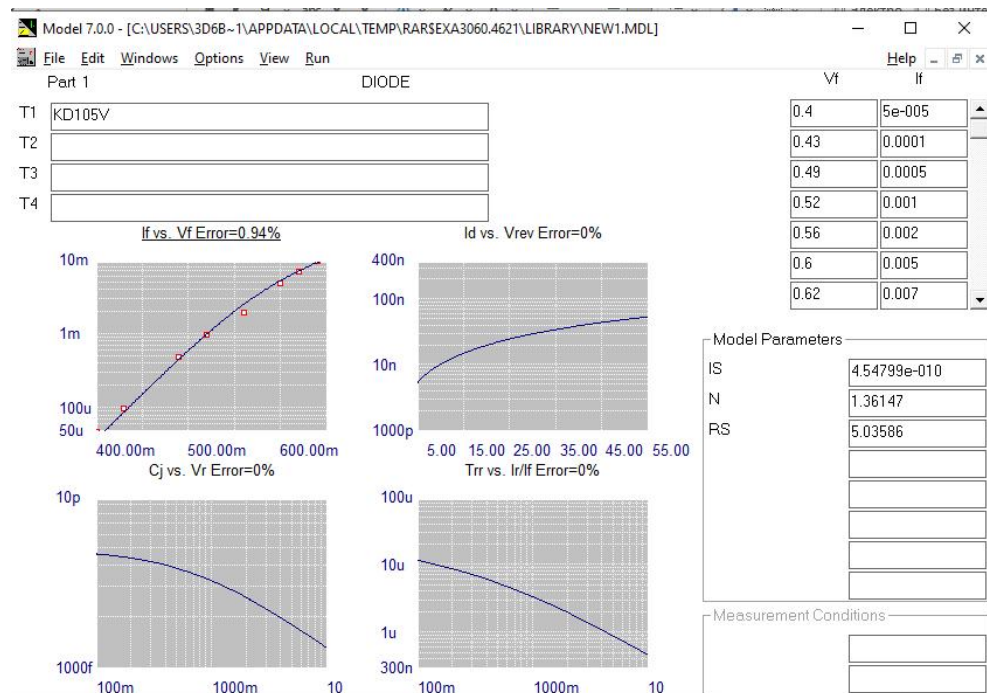
ВАХ, полученный экспериментально почти не отличается от моделируемого, это может говорить только о высокой точности моделирования программы MODEL.

Теперь аналогично первому исследуем второй диод КД105В:

I, mA	U, V
0,05	0,4
0,1	0,43
0,5	0,49
1	0,52
2	0,56
5	0,6
7	0,62
10	0,64

Таблица 2 - Результаты снятия ВАХ для прямой ветви КД105В.

Используя экспериментальные данные из табл. 2 получим характеристики диода КД105В в программе MODEL.



Model Parameters

IS	4.54799e-010
N	1.36147
RS	5.03586

Model Parameters

CJO	5e-012
M	0.5
VJ	0.75
FC	0.5
EG	1.11
XTI	3

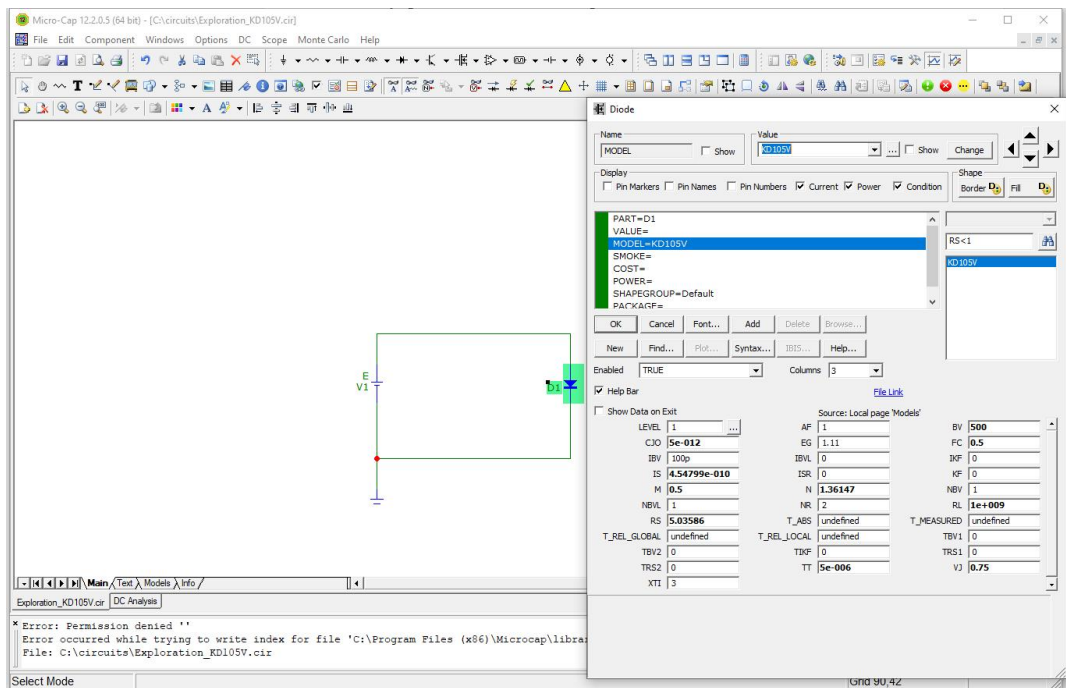
Model Parameters

RL	1e+009
BV	500

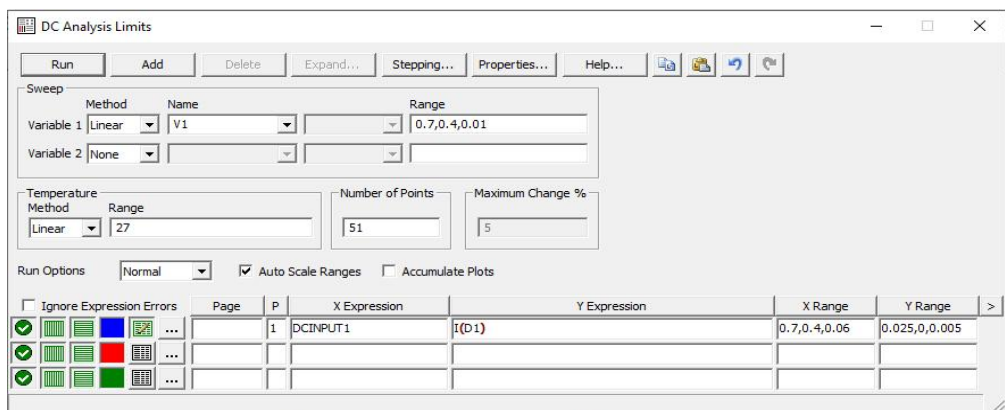
Model Parameters

TT	5e-006

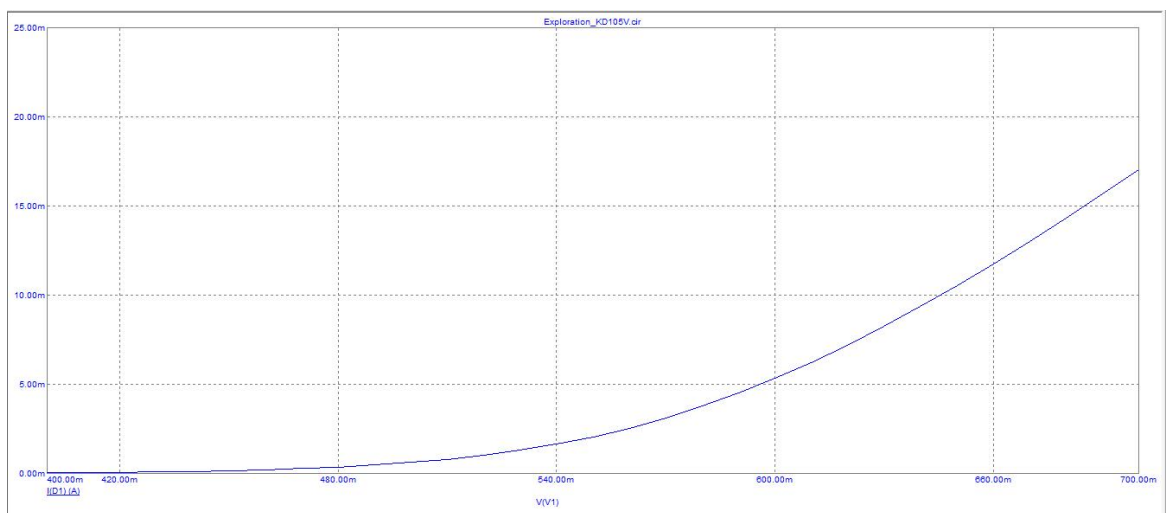
Теперь соберем схему в программе Microcap и в используемом диоде используем параметры, полученные в программе MODEL.



Жирным шрифтом в параметрах диода обозначены те значения, которые были посчитаны в программе MODEL.



Получим график DC Analysis:



Из этого графика с помощью Numeric Output получим конкретные значения для силы тока и напряжения:

[illegible]

После чего данные из полученного файла табличных значений занесем в MATLAB для построения графика ВАХ и сравнения экспериментального ВАХ, полученного на лабораторной работе с ВАХ, который был построен программой Microcap с параметрами диода из программы MODEL.

