



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАТИКА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КАФЕДРА ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ (ИУ7)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.04 Программная инженерия

ОТЧЕТ

По лабораторной работе № 4

Название: «Исследование полупроводниковых диодов в
Multisim»

Дисциплина: Основы электроники

Студент

ИУ7-35Б

(Группа)

А. В. Толмачев

(И.О. Фамилия)

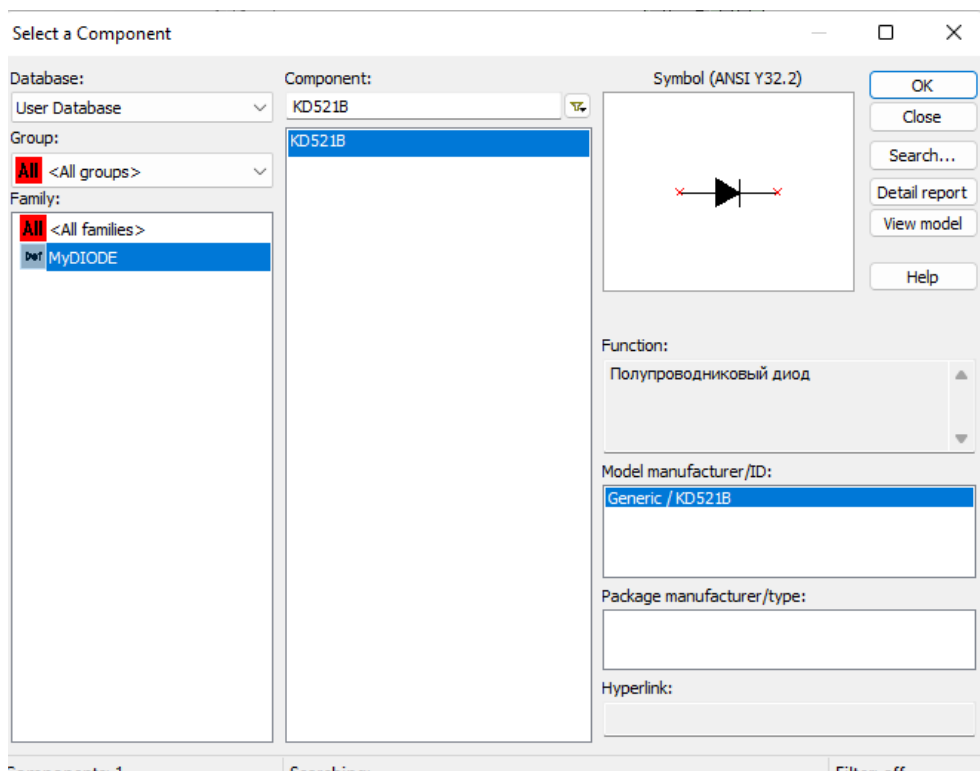
Преподаватель

Оглоблин Дмитрий Игоревич

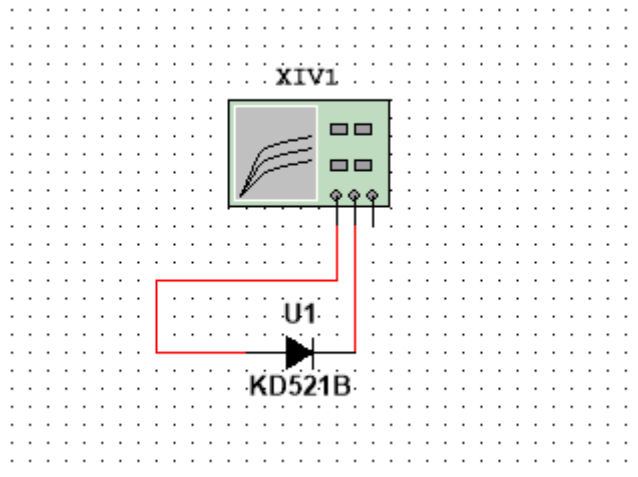
Москва, 2022

Эксперимент №5. Исследование ВАХ полупроводниковых диодов с использованием IV ANALYZER

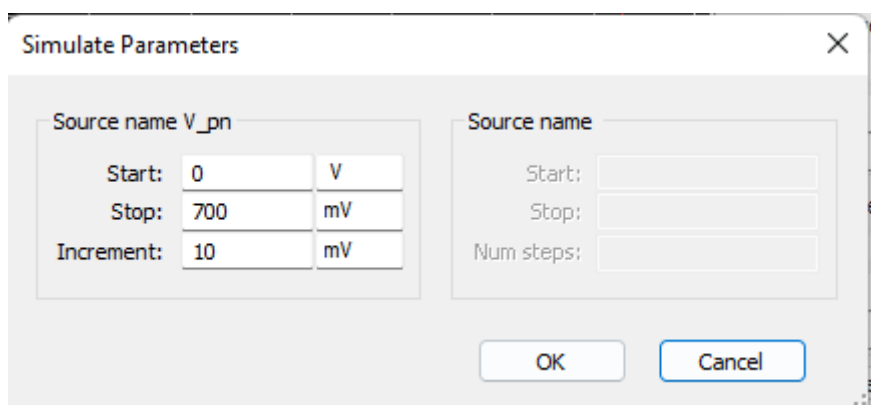
1. Используемый диод – вариант 121



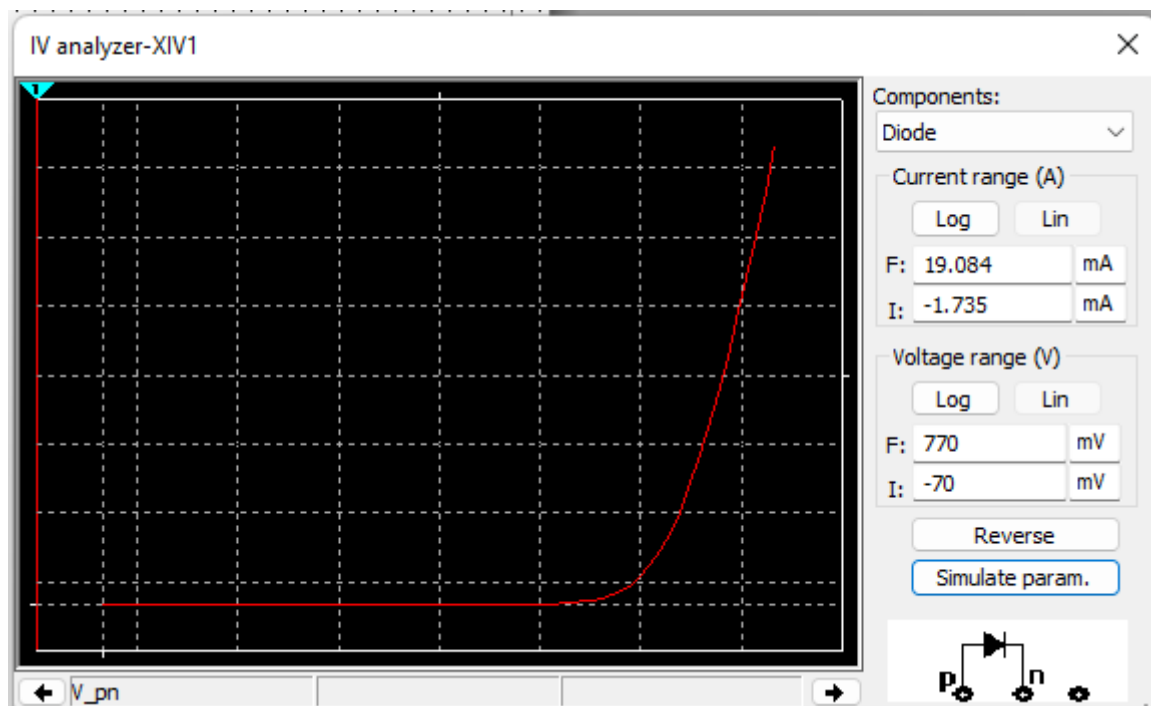
2. Построение схемы с виртуальным прибором IV analyzer



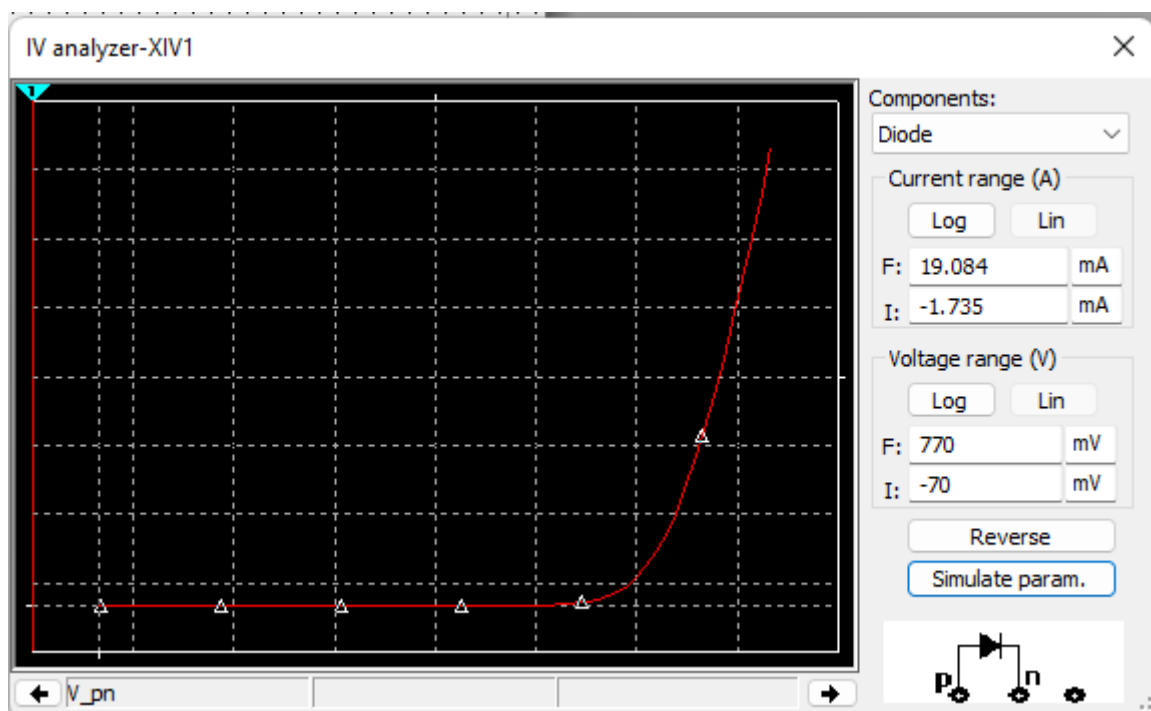
3. Настройка виртуального прибора. Установка диапазона от 0 до 700 мВ с шагом 10мВ.



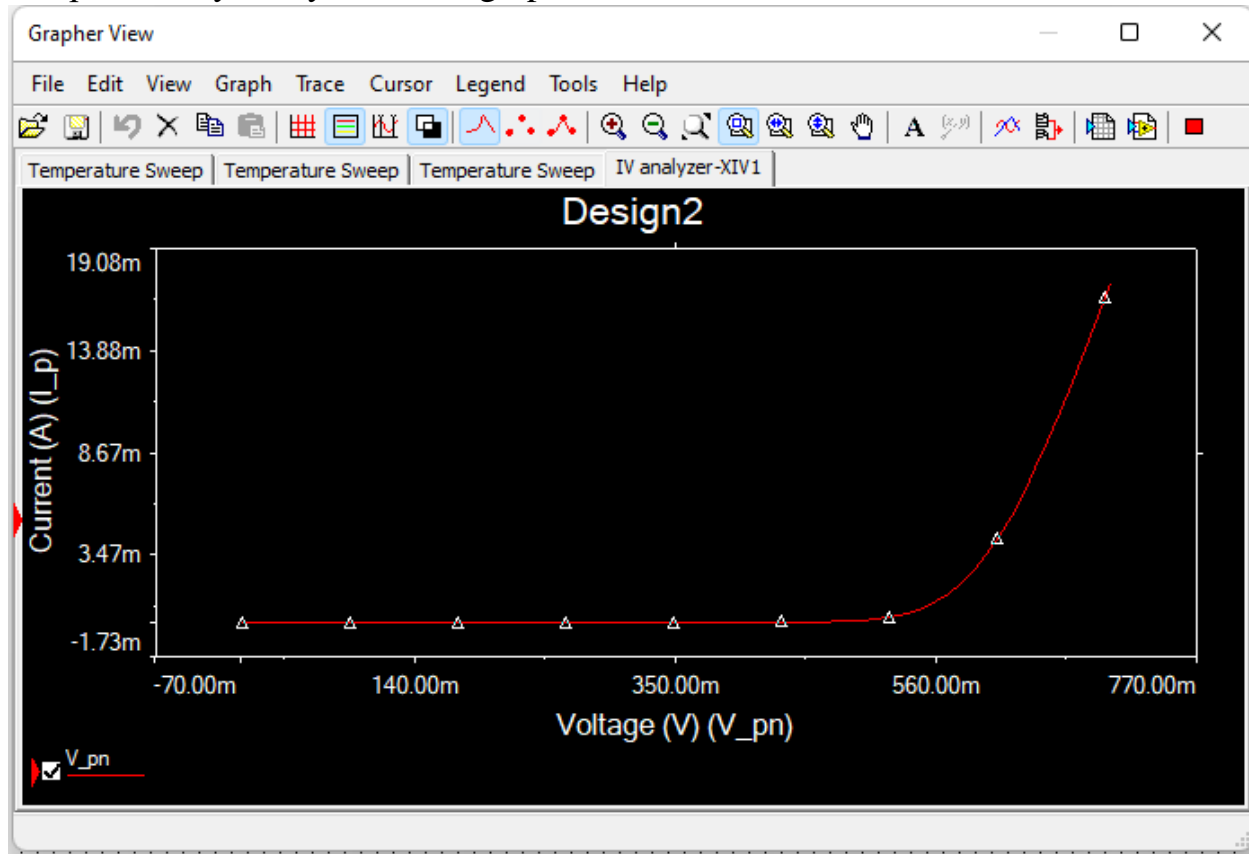
4. При старте симуляции получим следующий график:



5. Отообразим контрольные точки:



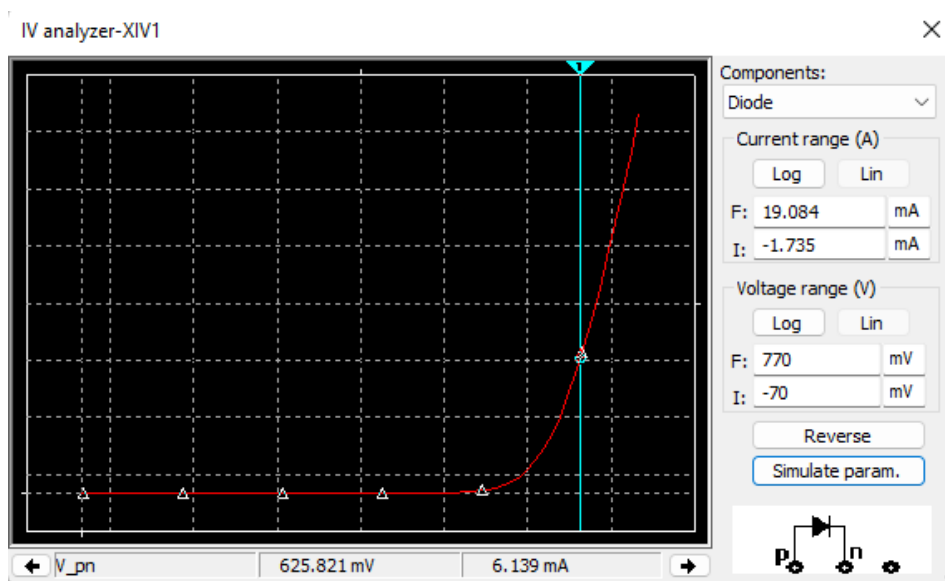
6. Откроем полученную ВАХ в graphic view



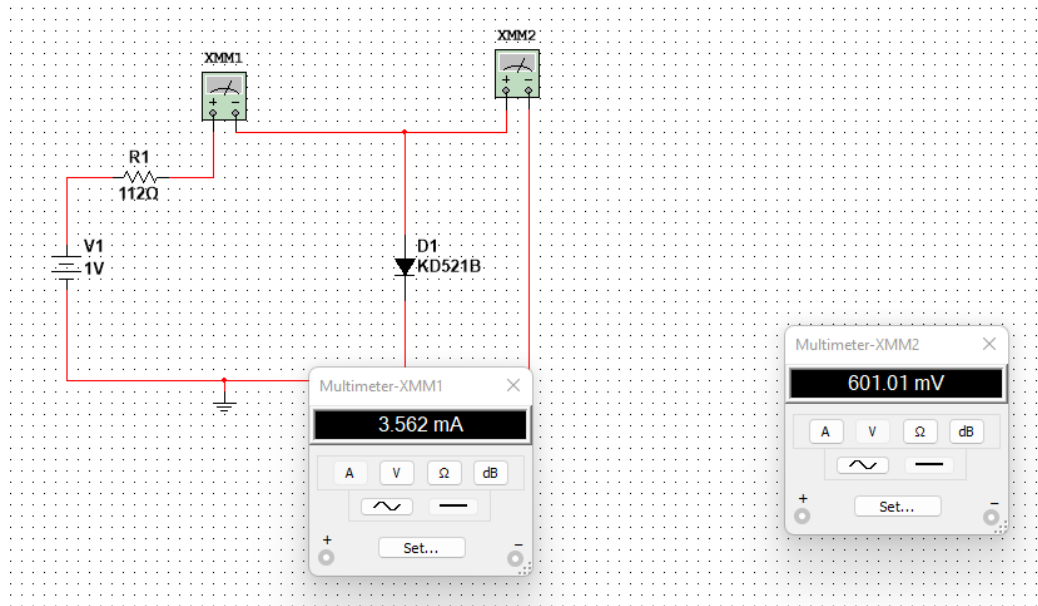
7. Сформируем выходной файл с данными расчета

8. Исследуем ВАХ в диапазоне температур -30-70 градусов Цельсия
Для этого выберем произвольную рабочую точку диода, передвигая курсор на графике ВАХ, снятом IV analyzer. Рассчитаем величину сопротивления R1, которое обеспечит работу диода в выбранной рабочей точке с источником 1В:

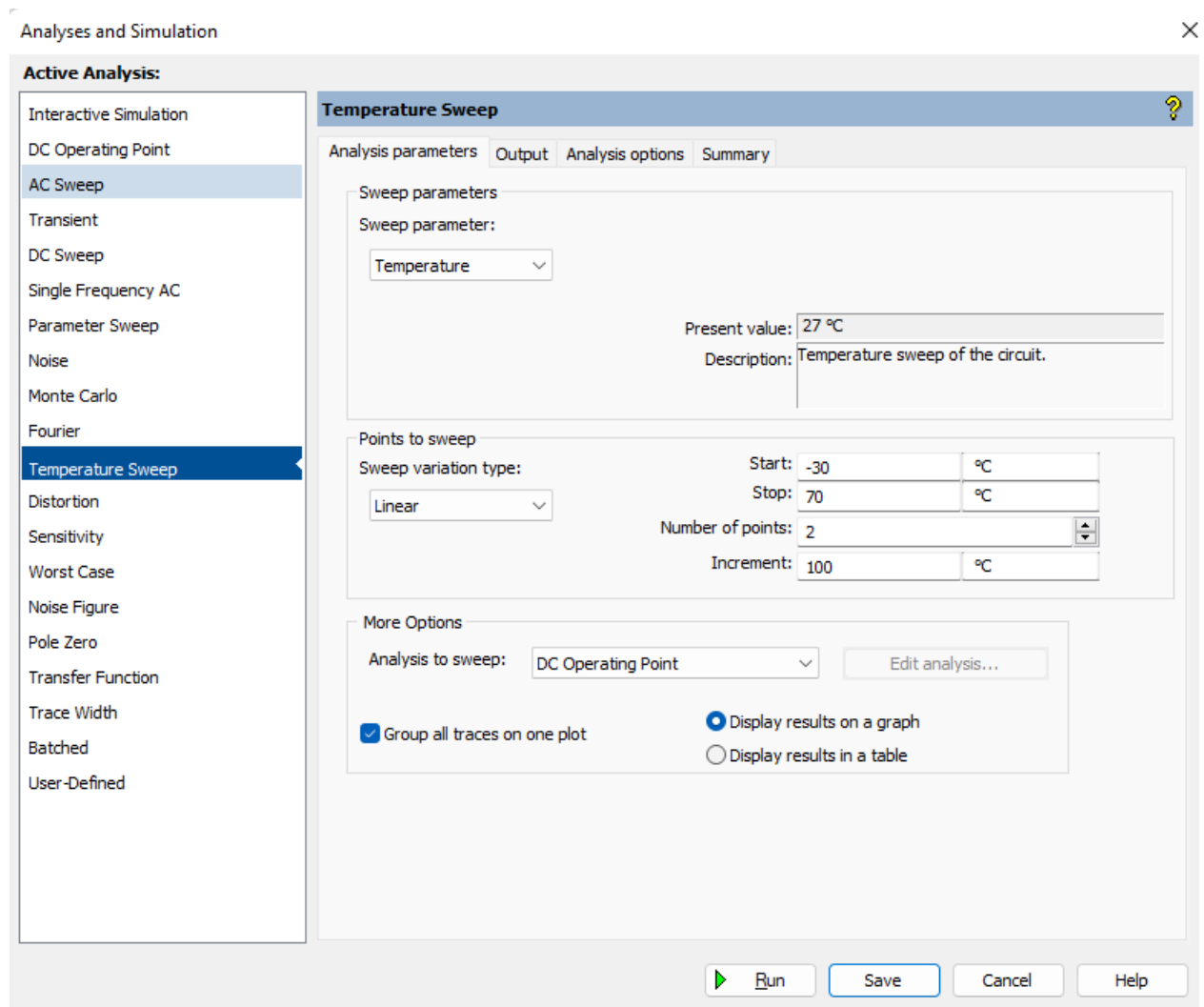
$$R1 = (1 - 0.600746) / 0.003544 = 112$$



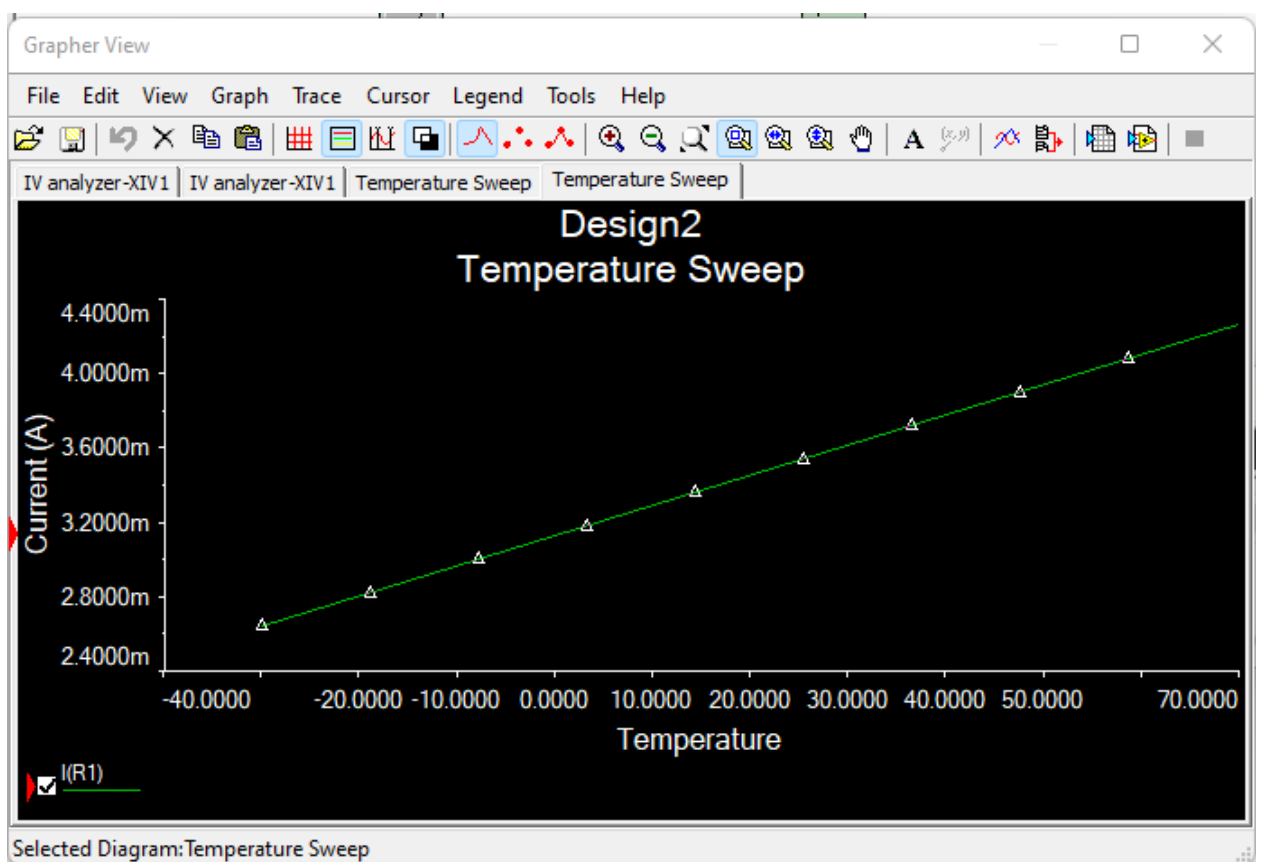
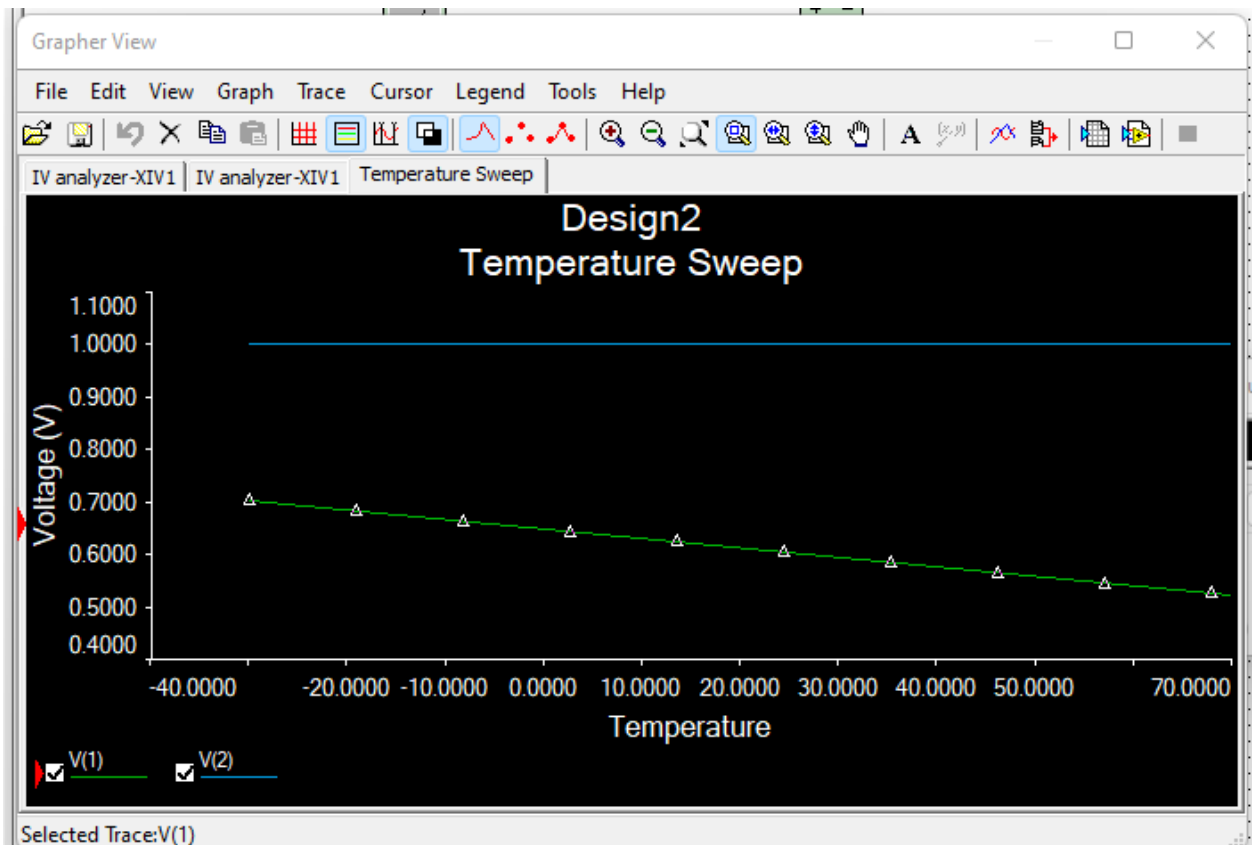
9. Проверим расчет измерениями:



10. Проведем анализ влияния изменения температуры на характеристики устройство. Для этого настроим параметры в temperature sweep.

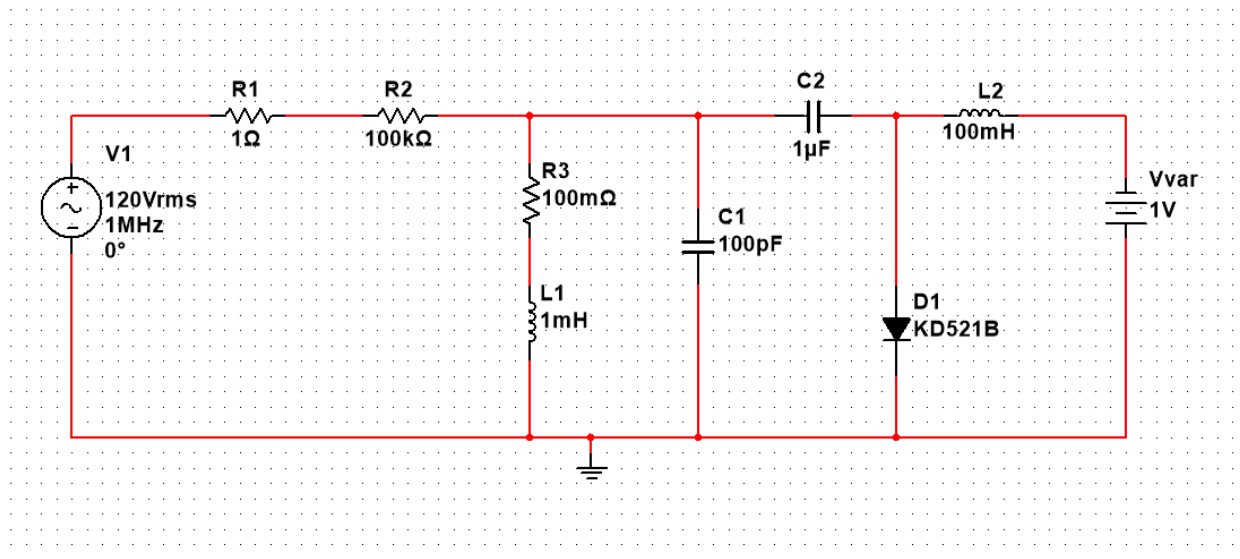


11.Получим следующие графики зависимостей

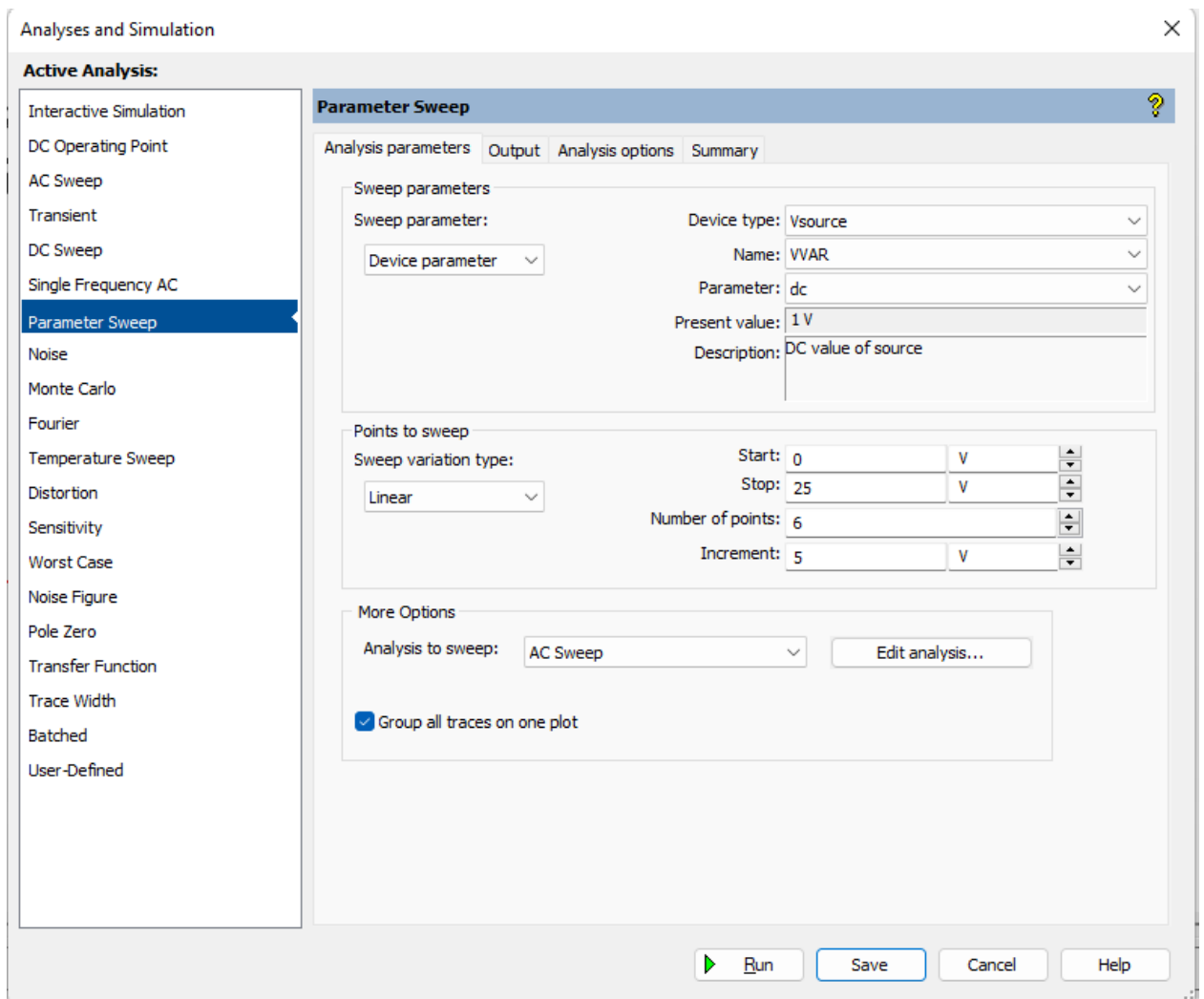


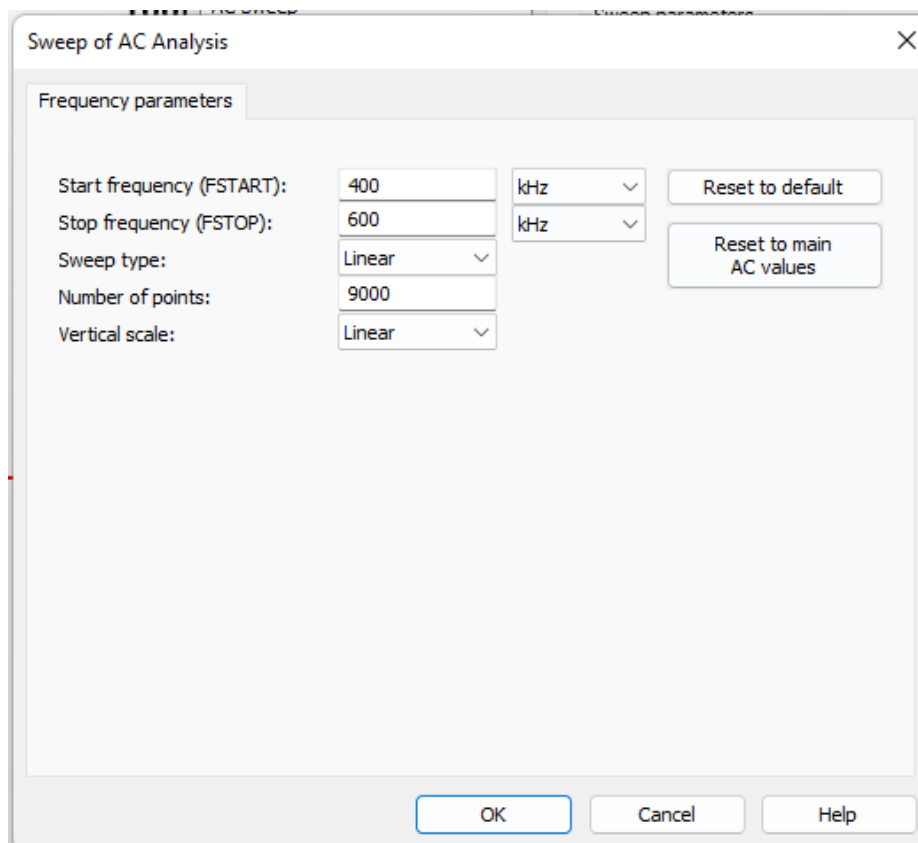
Эксперимент 6. Исследование вольтфарадной характеристики полупроводникового диода.

1. Смоделируем схему параллельного колебательного контура

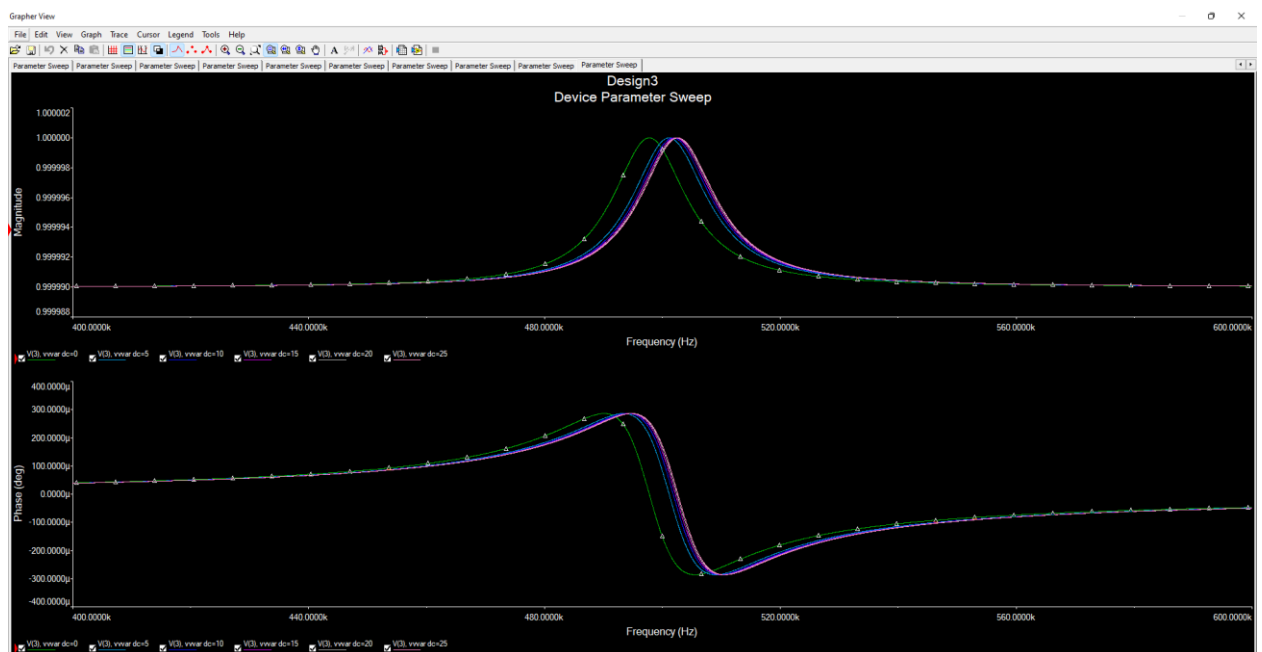


2. Настроим parameter sweep для получения данных (включает в себя настройку ac sweep и dc sweep)

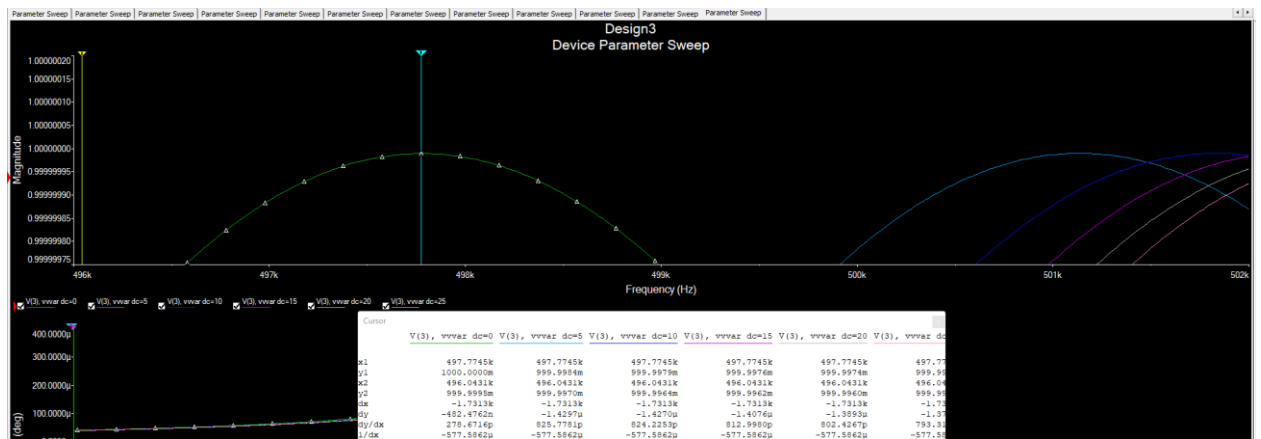




3. Получим резонансные кривые

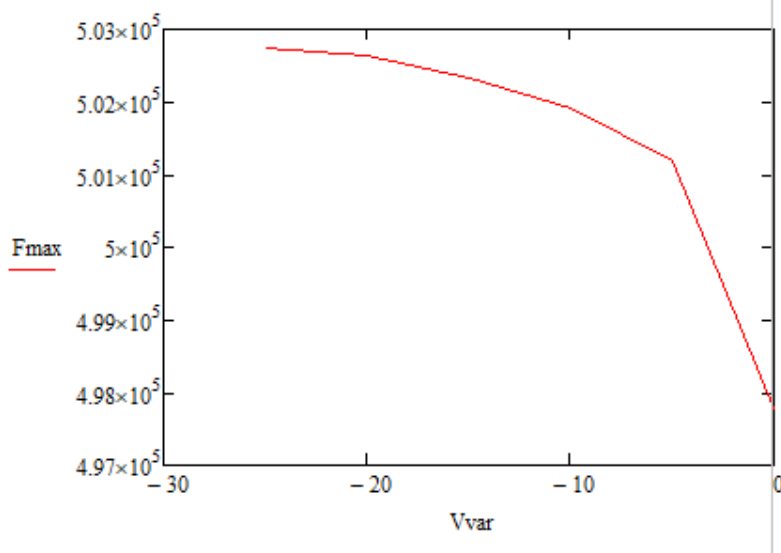


4. Определим резонансную частоту для каждой кривой, воспользовавшись режимом работы с курсорами



5. Перенесем снятые данные в MathCad и построим график зависимости резонансной частоты от напряжения

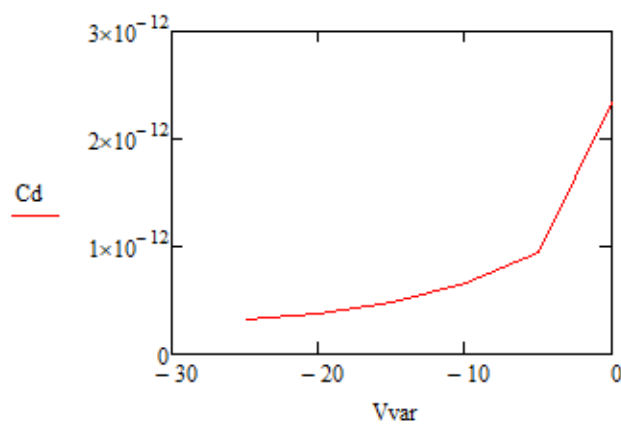
$$F_{max} := \begin{pmatrix} 497774 \\ 501199 \\ 501906 \\ 502336 \\ 502627 \\ 502743 \end{pmatrix} \quad Vvar := \begin{pmatrix} 0 \\ -5 \\ -10 \\ -15 \\ -20 \\ -25 \end{pmatrix}$$



6. Определим барьерную емкость диода и построим график зависимости емкости от напряжения

$$\begin{aligned}
 Fr &:= F_{\max} \\
 \pi &:= 3.14 \\
 Ck &:= 10^{-10} \\
 Lk &:= 10^{-3} \\
 Cd &:= \frac{-\left(Ck \cdot Lk - \frac{1}{4 \cdot Fr^2 \cdot \pi^2}\right)}{Lk}
 \end{aligned}$$

$$Cd = \begin{pmatrix} 2.333 \times 10^{-12} \\ 9.393 \times 10^{-13} \\ 6.551 \times 10^{-13} \\ 4.829 \times 10^{-13} \\ 3.666 \times 10^{-13} \\ 3.203 \times 10^{-13} \end{pmatrix}$$



7. Определим параметры диода, решив систему уравнений с помощью minerr

$$M := 0.2 \quad VJ0 := 0.6 \quad CJO := (10^{-12} \times 3)$$

Given

$$2.333 \times 10^{-12} = CJO \cdot \left(1 - \frac{0}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$9.393 \times 10^{-13} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-5}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$6.551 \times 10^{-13} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-10}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$4.829 \times 10^{-13} = CJO \cdot \left(1 - \frac{-15}{VJ0}\right)^{-M}$$

$$\text{Minerr}(CJO, VJ0, M) = \begin{pmatrix} 2.333 \times 10^{-12} \\ 2.051 \\ 0.732 \end{pmatrix}$$

8. Сравним с библиотечными значениями:

$$Cj0 = 3.25 \times 10^{-12}$$

В результате вычислений же было получено

$$Cj0 = 2.333 \times 10^{-12} - \text{ошибка составила } 27\%.$$

$Vj0 = 0.68$, в результате вычислений же было получено $Vj0 = 2.051$ – ошибка составила 166%.

$M = 0.26$, в результате вычислений же было получено $M = 0.732$ – ошибка составила 164%.