

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Информационная безопасность систем и технологий»

Отчет

о лабораторной работе №2

на тему «Исследование нелинейных электрических цепей»

Дисциплина: КПЭС

Группа: 21ПИ1

Выполнил: Гусев Д. А.

Количество баллов:

Дата сдачи:

Принял: Мартюшин А. В.

1 Цель работы: определение вольтамперных характеристик нелинейных элементов, исследование режимов работы неразветвленных и разветвленных нелинейных электрических цепей.

2 Задание

2.1 Получить ВАХ нелинейного элемента НЭ1 для выбранного диапазона.

2.2 По соответствующему номеру варианта выберете из таблицы значения нагрузки R_1 и напряжения E_0 и рассчитайте координаты нагрузочной прямой. Используя встроенные средства рисования программы Tina-Ti, постройте нагрузочную прямую и найдите ток в цепи при включении нагрузки. Вариант указан в таблице 1.

Таблица 1 - Вариант задания

Параметр	№ Варианта
	3
E_0	10
R_1	80
НЭ-А	НЭ2
НЭ-Б	НЭ3

2.3 Включите нагрузку R_1 , установите заданное в таблице 1 значение E_0 и в режиме «Анализ-Анализ постоянного тока-Таблица результатов» определите входной ток I_0 . Сравните полученное значение с результатом расчета.

2.4 Для нелинейных элементов НЭ2...НЭ4 повторите исследования по пп. 1-3.

2.5 Для каждого варианта представленного в таблице 1 заданы номинальные значения источника напряжения E_0 , линейного резистора R_1 и модели (НЭ-А, НЭ-Б) нелинейных элементов, включенных параллельно. Включите параллельно нелинейно модели НЭ-А и НЭ-Б согласно варианта и повторите исследования по пп. 1-3.

2.6 Включите последовательно нелинейные модели НЭ3 и НЭ4.

Повторите исследования по пп. 1-3.

2.7 Зарегистрируйте смещение ВАХ по оси напряжений.

2.8 Используя режим «Анализ – Анализ постоянного тока – Таблица результатов постоянного тока» определите токи в измерительных резисторах R2И, R3И, R4И и запишите токи во всех ветвях с учетом их направлений в отчет по лабораторной работе. Найдите напряжение между узлами Uab. Проверьте выполнение первого закона Кирхгофа. Вариант задания указан в таблице 2.

Таблица 2 - Вариант задания

Параметр	№ Варианта
	3
E2	6
E3	-6
E4	0

2.9 С помощью ключа подключите источник напряжения E0. В режиме «Анализ – Анализ постоянного тока – Переходные характеристики постоянного тока» смоделируйте ВАХ трех параллельно включенных нелинейных элементов. По вольтамперной характеристике для нулевого значения тока определите напряжение Uab и сравните с полученным ранее значением.

3 Результаты работы

3.1 Получен ВАХ нелинейного элемента НЭ1 для выбранного диапазона. На рисунке 1 приведена собранная схема.

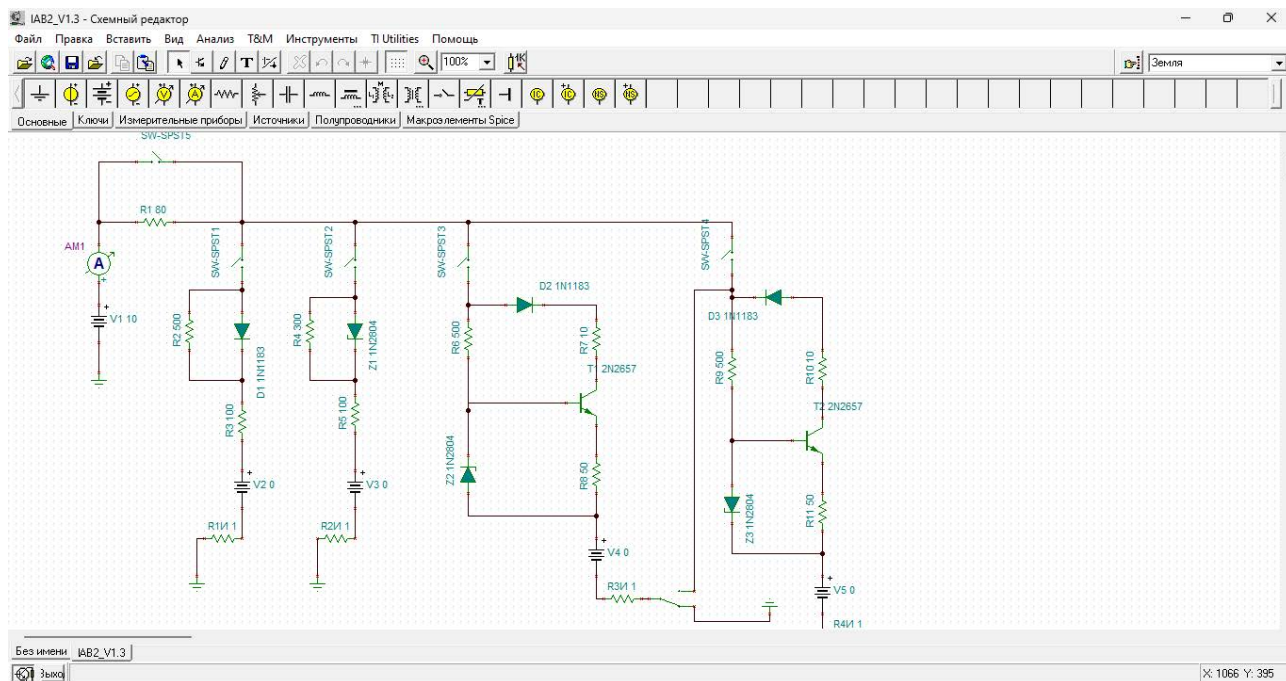


Рисунок 1 - Собранная схема

ВАХ нелинейного элемента НЭ1 приведена на рисунке 2.

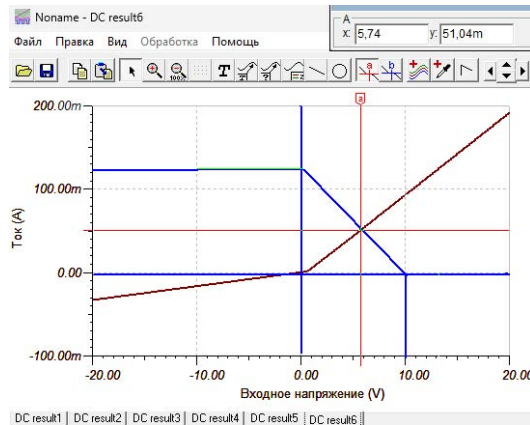


Рисунок 2 - ВАХ НЭ1

3.2 По соответствующему номеру варианта выбран из таблицы 1 значения нагрузки R_1 и напряжения E_0 и рассчитаны координаты нагрузочной прямой. С использованием встроенных средств рисования программы Tina-Ti, построена нагрузочная прямую и найден ток в цепи при включении нагрузки. Это показано на рисунке 2.

3.3 Включена нагрузка R_1 , установлено заданное в таблице 1 значение E_0 и в режиме «Анализ-Анализ постоянного тока-Таблица результатов» определён входной ток I_0 . Сравните полученное значение с результатом расчета. Значение тока из таблицы приведено на рисунке 3.

Напряжения/Токи	
AM1	52,01mA
I_R1[6,10]	52,01mA
I_R10[20,11]	-72,33pA
I_R11[9,16]	-84,5nA

Рисунок 3 - Значение тока

Результат отличается менее чем на 10%.

3.4 Для нелинейных элементов НЭ2...НЭ4 повторены исследования по пп. 1-3. Это показано на рисунках 4, 5, 6, 7, 8, 9.

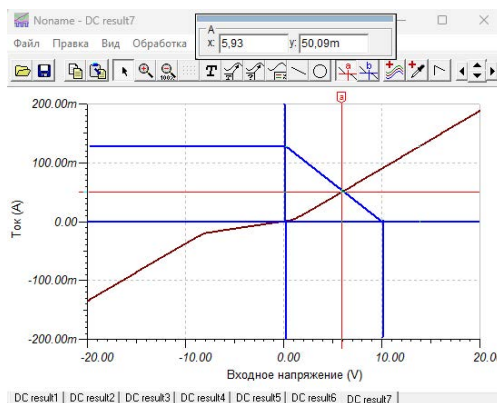


Рисунок 4 - ВАХ НЭ2

Напряжения/Токи	
AM1	50,46mA
I_R1[6,10]	50,46mA
I_R10[20,11]	-74,04pA
DC result1	DC result1

Рисунок 5 - Значение тока

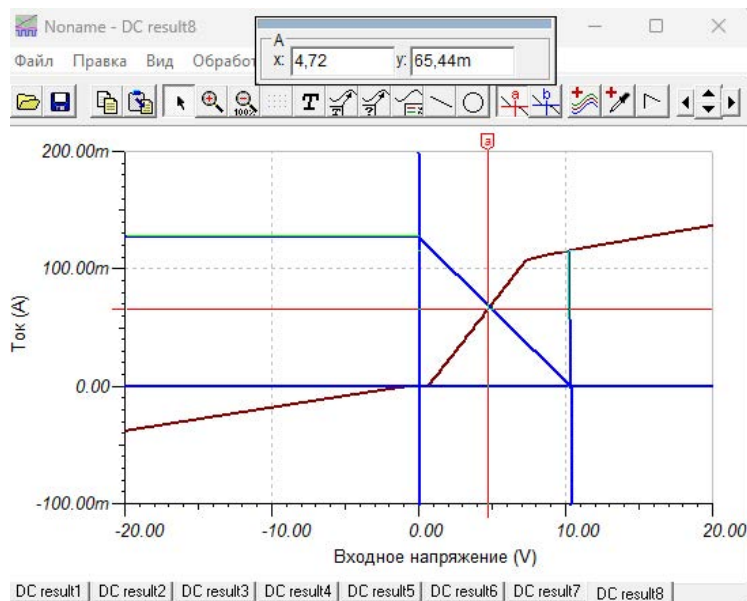


Рисунок 6 - ВАХ НЭЗ

Напряжения/Токи	
AM1	65,74mA
I_R1[6,10]	65,74mA
I_R10[20,11]	-57,52pA

Рисунок 7 - Значение тока

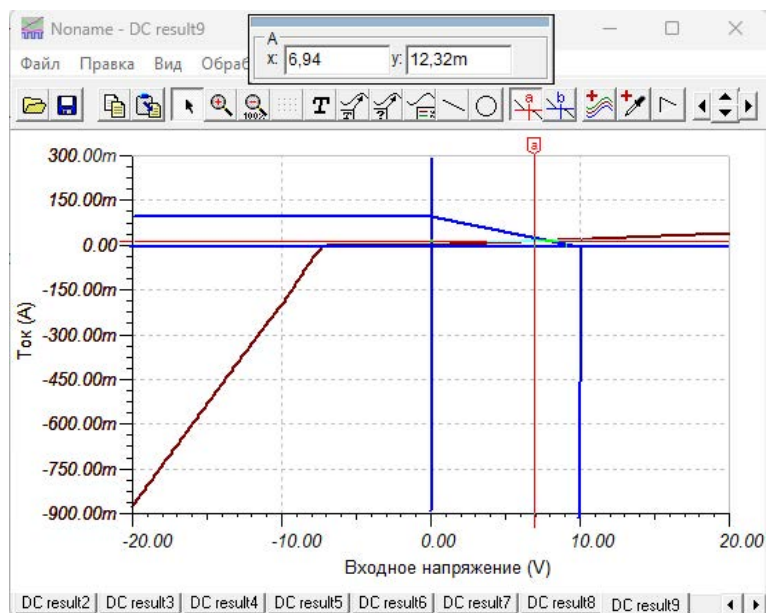


Рисунок 8 - ВАХ НЭ4

Напряжения/Токи	
AM1	15,86mA
_R1[6,10]	15,86mA
_R10[20,11]	-36,01nA
R11[10,10]	36,01nA

Рисунок 9 - Значение тока

3.5 Для каждого варианта представленного в таблице 1 заданы номинальные значения источника напряжения E_0 , линейного резистора R_1 и модели (НЭ-А, НЭ-Б) нелинейных элементов, включенных параллельно. Включены параллельно нелинейно модели НЭ-А и НЭ-Б согласно варианта и повторены исследования по пп. 1-3. Схема параллельного включения приведена на рисунке 10.

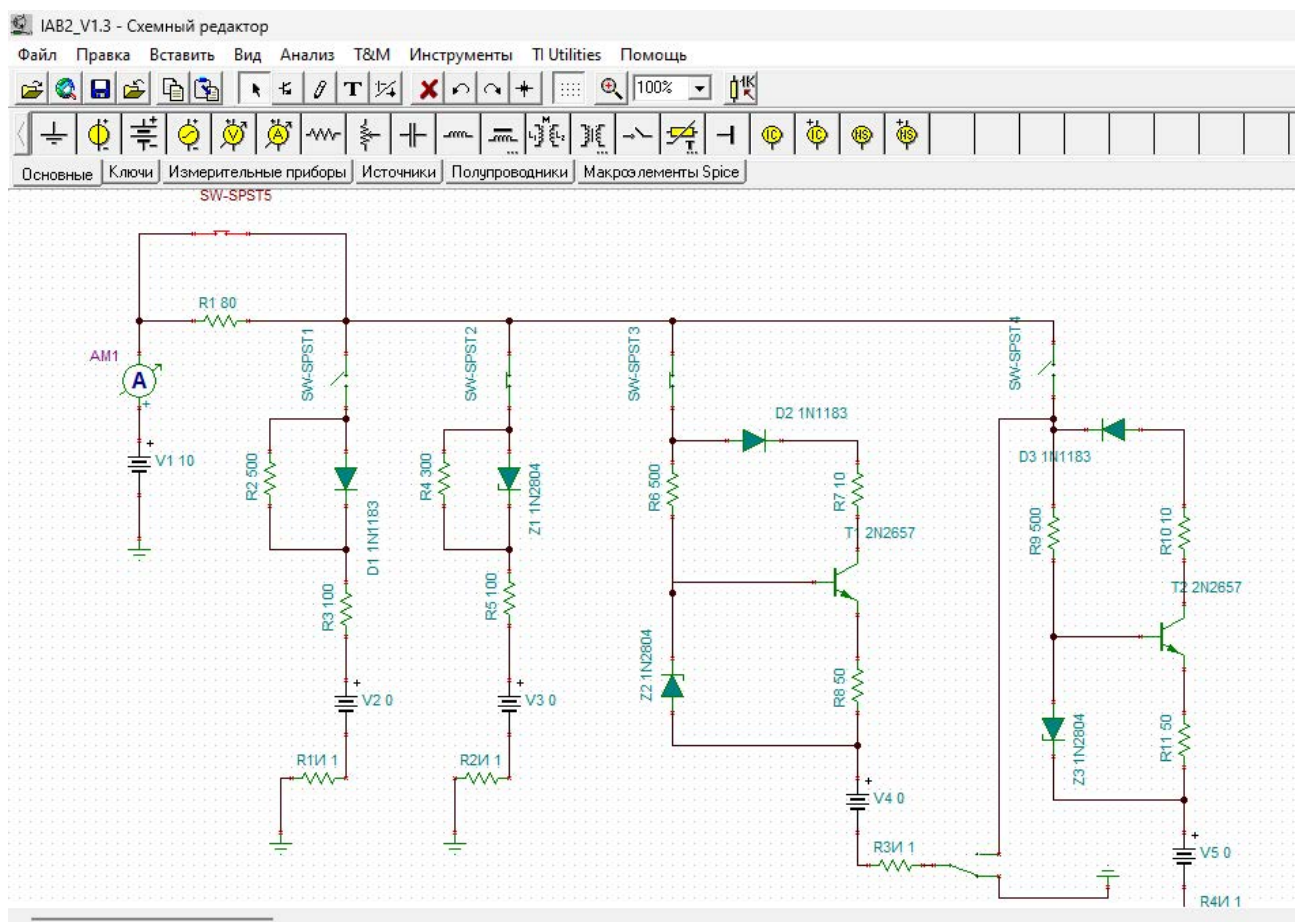


Рисунок 10 - Параллельное включение НЭ2 и НЭ3

ВАХ и ток приведены на рисунках 11 и 12.

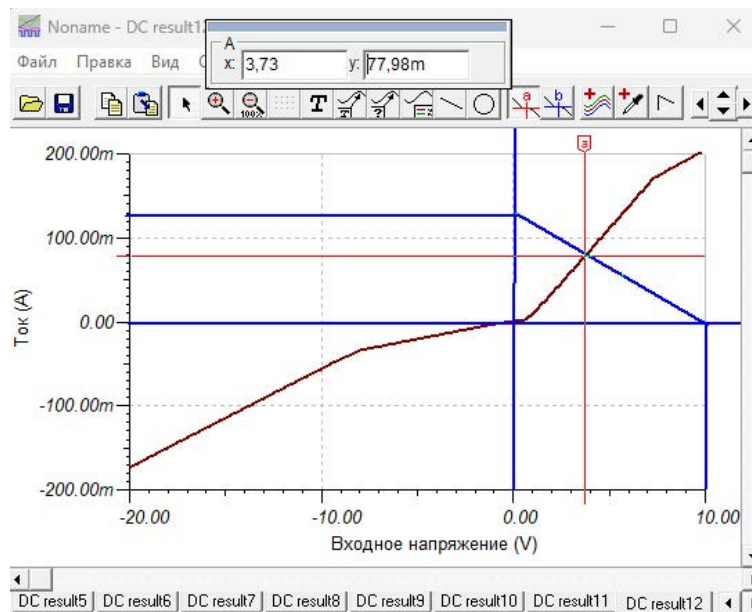


Рисунок 11 - ВАХ

Напряжения/Токи	
AM1	78,28mA
I_R1[6,10]	78,28mA
I_R10[20,11]	-44,48pA

Рисунок 12 - Значение тока

3.6 Включены последовательно нелинейные модели НЭЗ и НЭ4. Повторены исследования по пп. 1-3. ВАХ и ток приведены на рисунках 13 и 14.

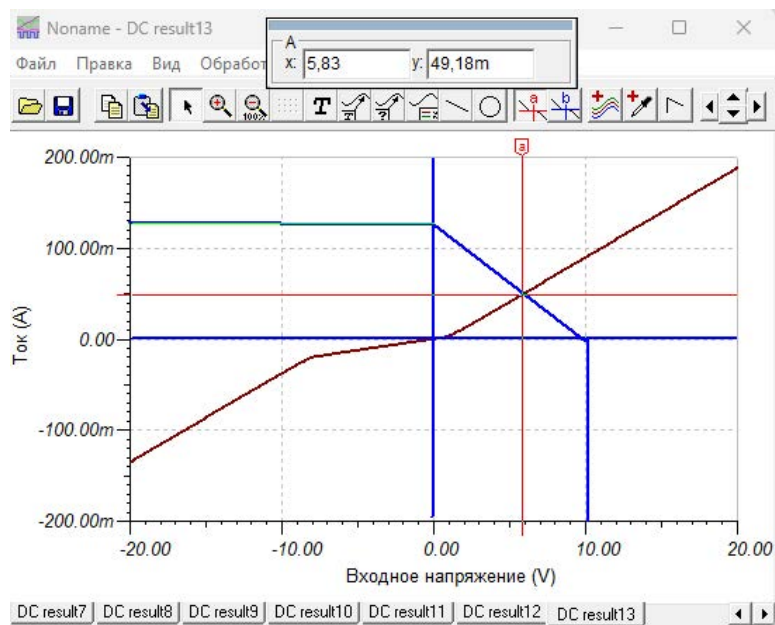


Рисунок 13 - ВАХ

Напряжения/Токи	
AM1	50,46mA
I_R1[9,2]	50,46mA
I_D10[25,101]	74,04mA

Рисунок 14 - Значение тока

3.7 Зарегистрировано смещение ВАХ по оси напряжений. Это показано на рисунке 15.

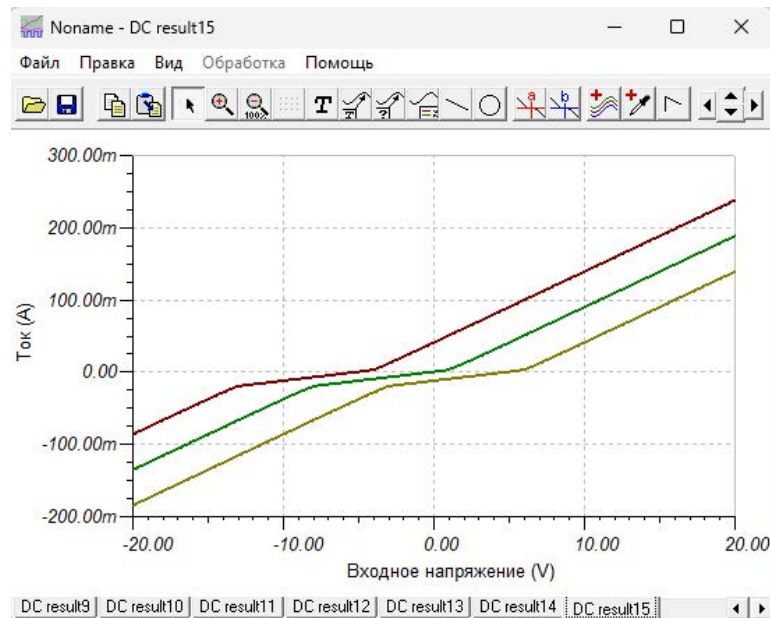


Рисунок 15 - Смещение ВАХ

3.8 Используя режим «Анализ — Анализ постоянного тока — Таблица результатов постоянного тока» определены токи в измерительных резисторах R2И, R3И, R4И и записаны токи во всех ветвях с учетом их направлений в отчет по лабораторной работе. Найдено напряжение между узлами U_{ab} . Проверено выполнение первого закона Кирхгофа. Вариант задания указан в таблице 2. Схема для исследования приведена на рисунке 16.

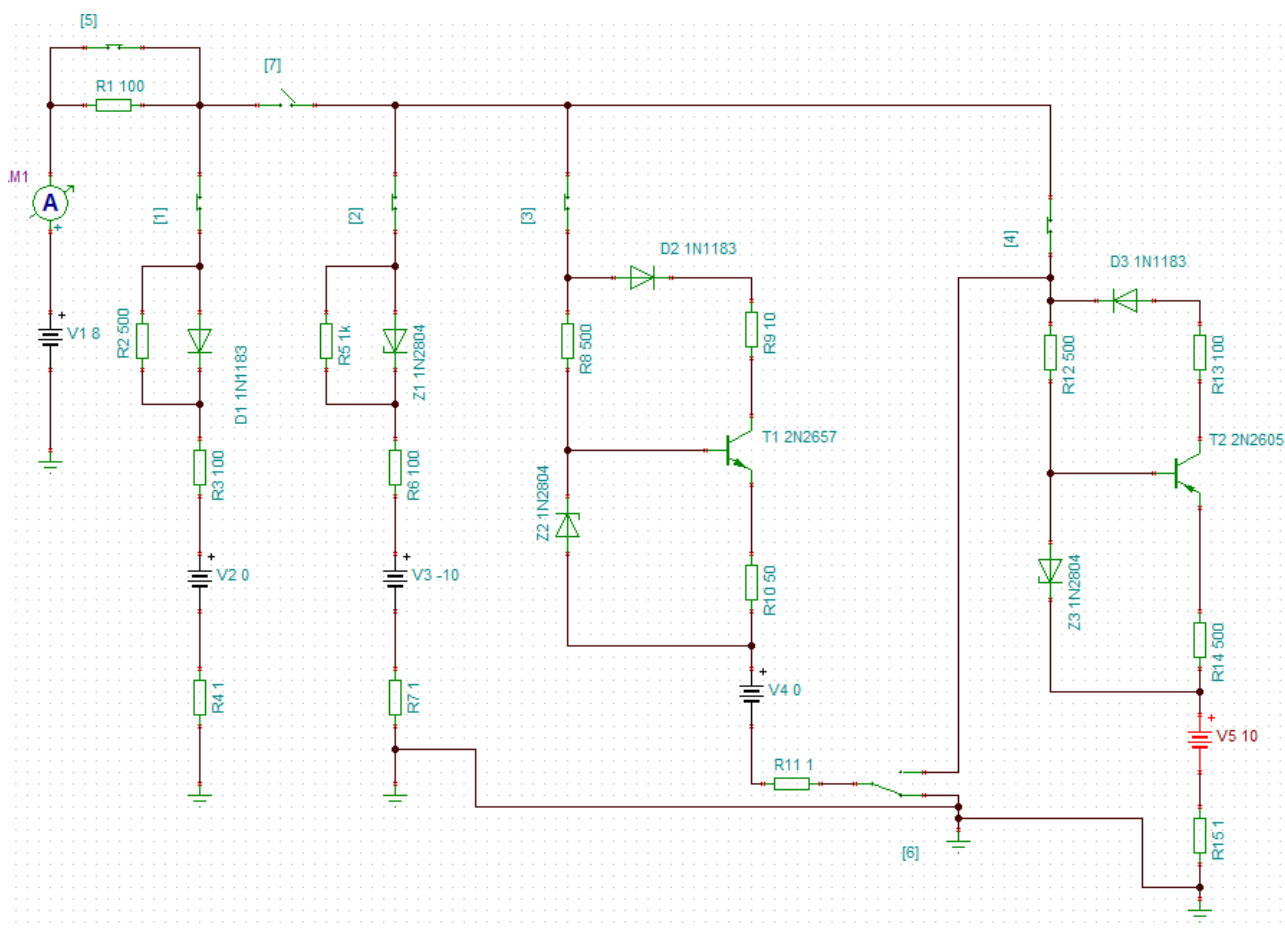


Рисунок 16 - Схема для исследования

Значения токов приведены на рисунке 17.

I_R2I[3,0]	38,05mA
I_R3[15,7]	73,26mA
I_R3I[17,9]	-9,06mA
I_R4[2,0]	73,26mA
I_R4I[5,0]	-28,99mA

Рисунок 17 - Значения токов

Была проведена проверка на закон Кирхгофа: $38,5 - 28,99 - 9,06 = 0$

3.9 С помощью ключа подключён источник напряжения E0. В режиме «Анализ – Анализ постоянного тока – Переходные характеристики постоянного тока» смоделирован ВАХ трех параллельно включенных нелинейных элементов. По вольтамперной характеристике для нулевого значения тока определите напряжение U_{ab} и сравните с полученным ранее значением. ВАХ и полученное значение напряжения приведены на рисунке 18.

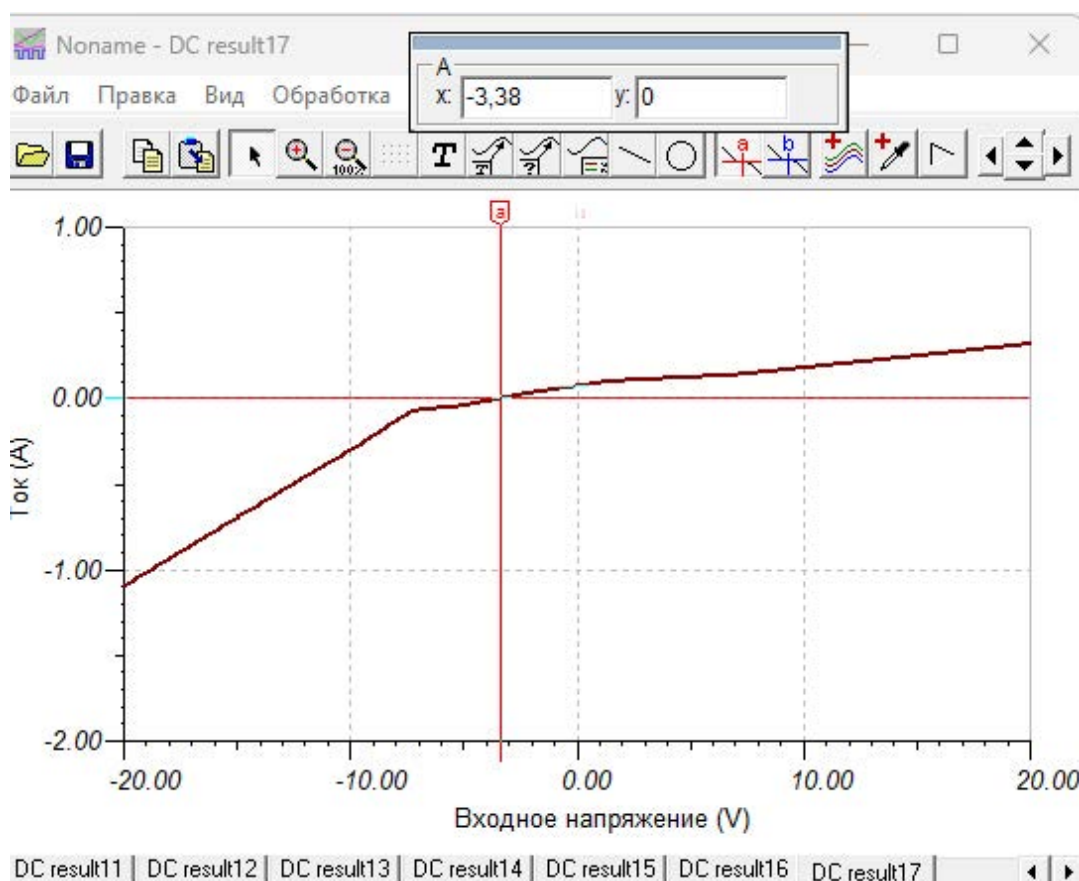


Рисунок 18 - ВАХ и значение напряжения

Экспериментальные и теоретические значения совпали.

4 Выводы: определены вольтамперные характеристики нелинейных элементов, исследованы режимы работы неразветвленных и разветвленных нелинейных электрических цепей.

