

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ ИМ. В.А.  
КОТЕЛЬНИКОВА  
КАФЕДРА ФОРМИРОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ РАДИОСИГНАЛОВ

Электроника

Лабораторная работа №1

“Статические характеристики полупроводниковых диодов”

Студенты: Лесин Н.С.

Пономарева С.Е.

Группа: ЭР-18-23

Бригада: №3

Преподаватель: Плутешко А.В.

Москва 2025

Цель работы:

1. Получить экспериментальные статистические характеристики Германиевых и Кремниевых полупроводников р-п диодов в области прямых токов.
2. Получить экспериментальные статистические характеристики тех же диодов для области прямых токов.
3. По экспериментальным статистическим характеристикам определить параметры нелинейных низкочастотных моделей диодов.
4. Получить экспериментальные статистические характеристики р-п переходов биполярного транзистора.

## Работа в Лаборатории

### 1. Теоретический расчет

Для Германиевого диода

|       | 1   | 2   | Масштаб,<br>мВ/Кл |
|-------|-----|-----|-------------------|
| $U_1$ | 2,0 | 3,9 | 100               |
| $U_2$ | 1,1 | 3,2 | 20                |

$$I_{D1} = \frac{1,1}{5,1} \cdot 20 \frac{\text{мВ}}{\text{Кл}} = 4,31 \text{ мА}$$

$$I_{D2} = \frac{3,2}{5,1} \cdot 20 \frac{\text{мВ}}{\text{Кл}} = 12,54 \text{ мА}$$

$$U_{D1} = 2,0 \cdot 100 = 0,2 \text{ В}$$

$$U_{D2} = 3,9 \cdot 100 = 0,39 \text{ В}$$

$$r_D^* = \frac{U_{D1} - U_{D2} - \varphi_T \cdot (\ln I_{D1} - \ln I_{D2})}{I_{D1} - I_{D2}} = 41,6 \text{ Ом}$$

$$r_D = r_D^* - R_3 = 36,5 \text{ Ом}$$

$$\ln I_S = \frac{\frac{I_{D1} \cdot U_{D2} - I_{D2} \cdot U_{D1}}{\varphi_T} + I_{D2} \cdot \ln I_{D1} - I_{D1} \cdot \ln I_{D2}}{I_{D1} - I_{D2}} = -0,9 \text{ А}$$

$$I_S = e^{-0,9} = 0,4 \text{ А}$$

Для Кремниевого диода

|       | 1   | 2   | Масштаб, мВ/Кл |
|-------|-----|-----|----------------|
| $U_1$ | 3,8 | 4,0 | 100            |
| $U_2$ | 0,9 | 3,1 | 20             |

$$I_{D1} = \frac{0,9}{5,1} \cdot 20 \frac{\text{мВ}}{\text{Кл}} = 3,53 \text{ мА}$$

$$I_{D2} = \frac{3,1}{5,1} \cdot 20 \frac{\text{мВ}}{\text{КЛ}} = 12,15 \text{ мА}$$

$$U_{D1} = 3,8 \cdot 100 = 0,38 \text{ В}$$

$$U_{D2} = 4 \cdot 100 = 0,4 \text{ В}$$

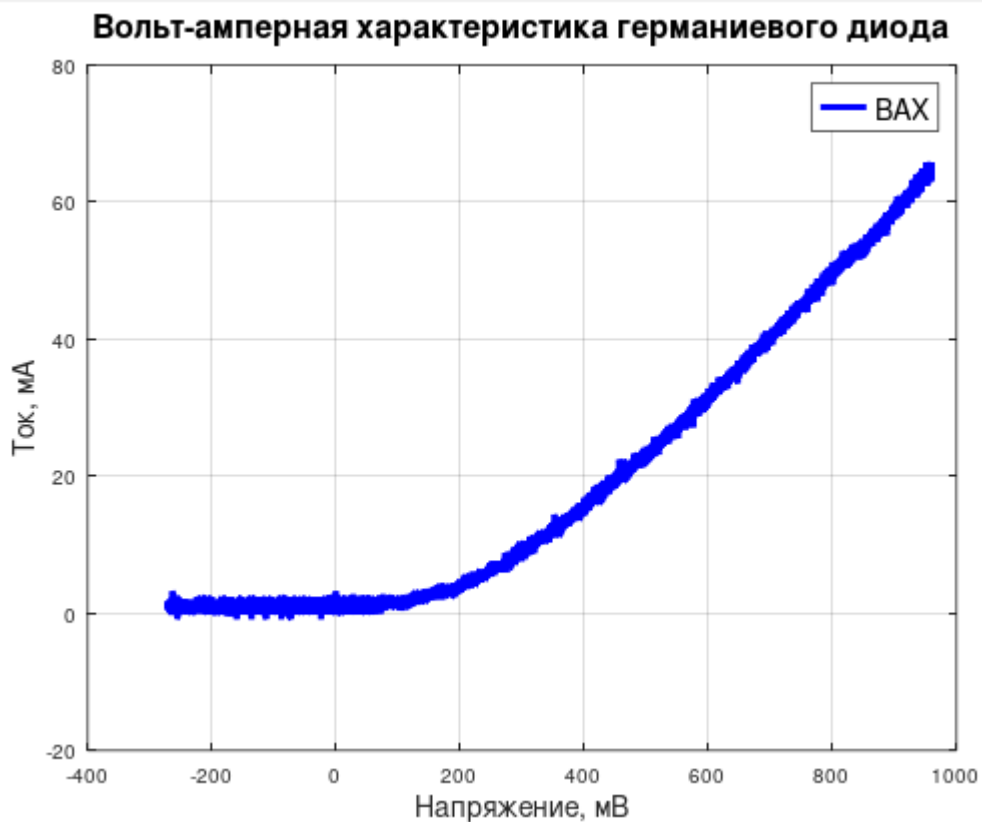
$$r_D^* = \frac{U_{D1} - U_{D2} - \varphi_T \cdot (\ln I_{D1} - \ln I_{D2})}{I_{D1} - I_{D2}} = 45,9 \text{ Ом}$$

$$r_D = r_D^* - R_3 = 40,8 \text{ Ом}$$

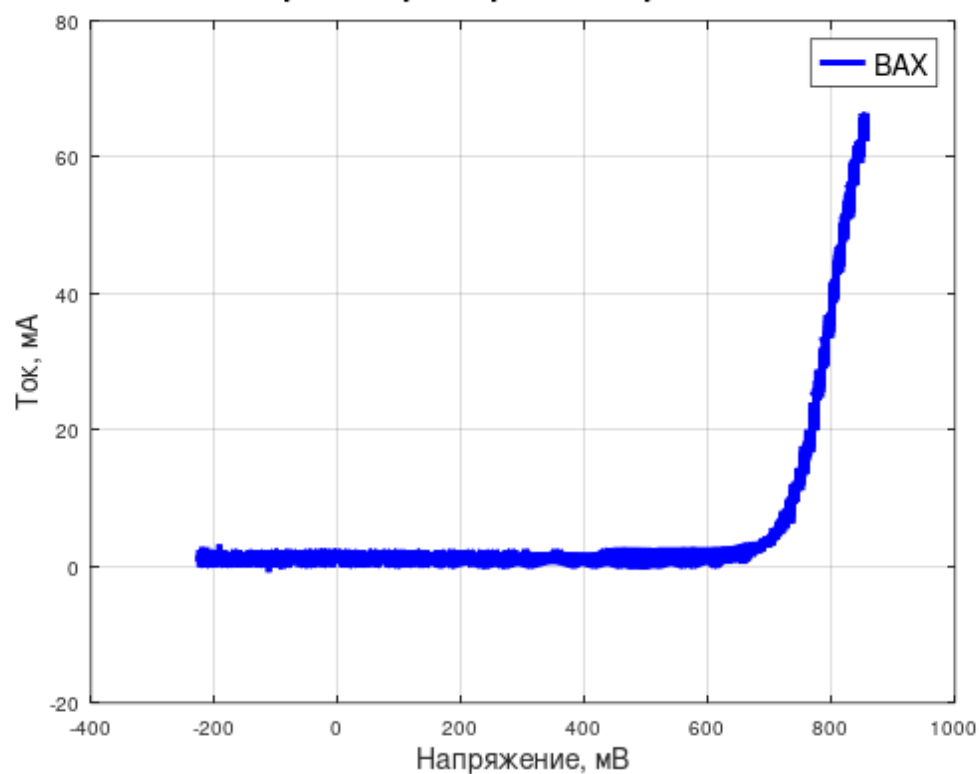
$$\ln I_S = \frac{\frac{I_{D1} \cdot U_{D2} - I_{D2} \cdot U_{D1}}{\varphi_T} + I_{D2} \cdot \ln I_{D1} - I_{D1} \cdot \ln I_{D2}}{I_{D1} - I_{D2}} = -0,75 \text{ А}$$

$$I_S = e^{-0,75} = 0,47 \text{ А}$$

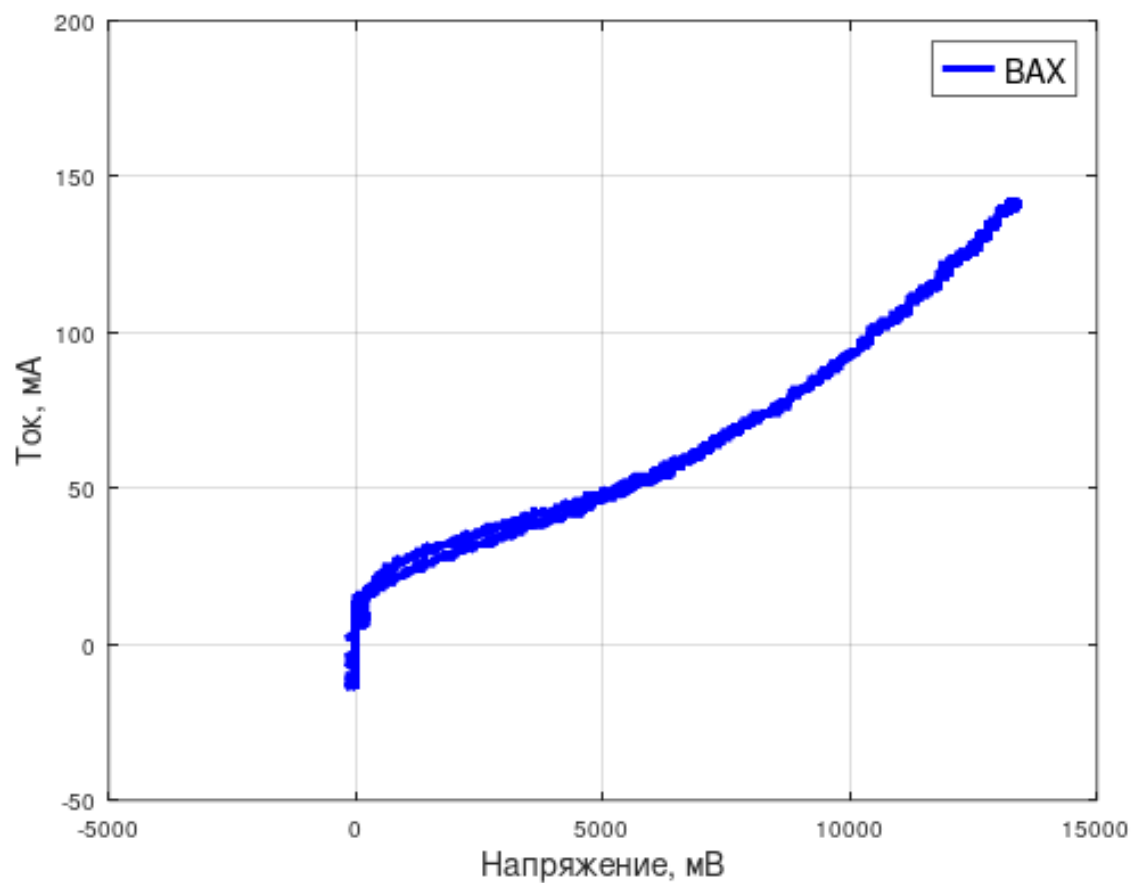
1. Построение графиков:



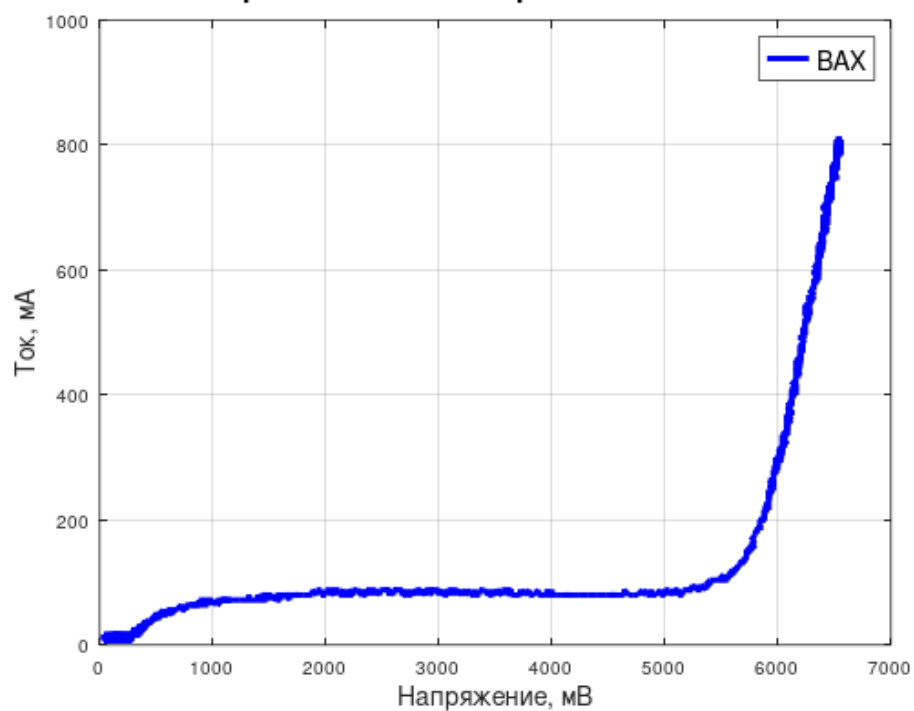
**Вольт-амперная характеристика кремниевого диода**



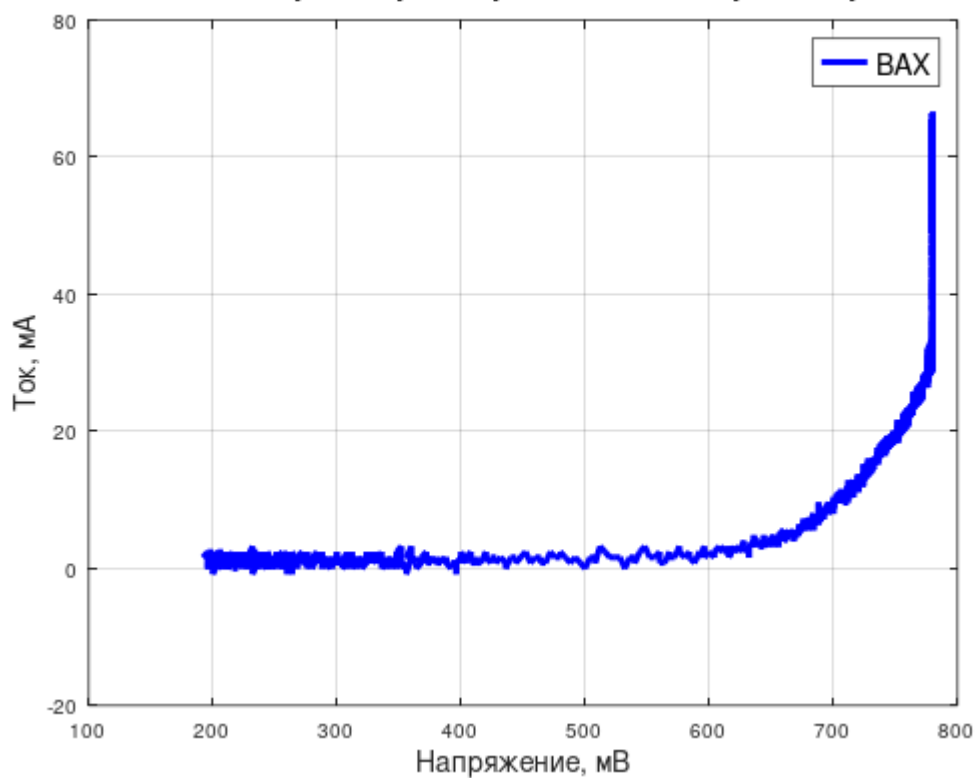
**Обратная ветвь ВАХ германиевого диода**



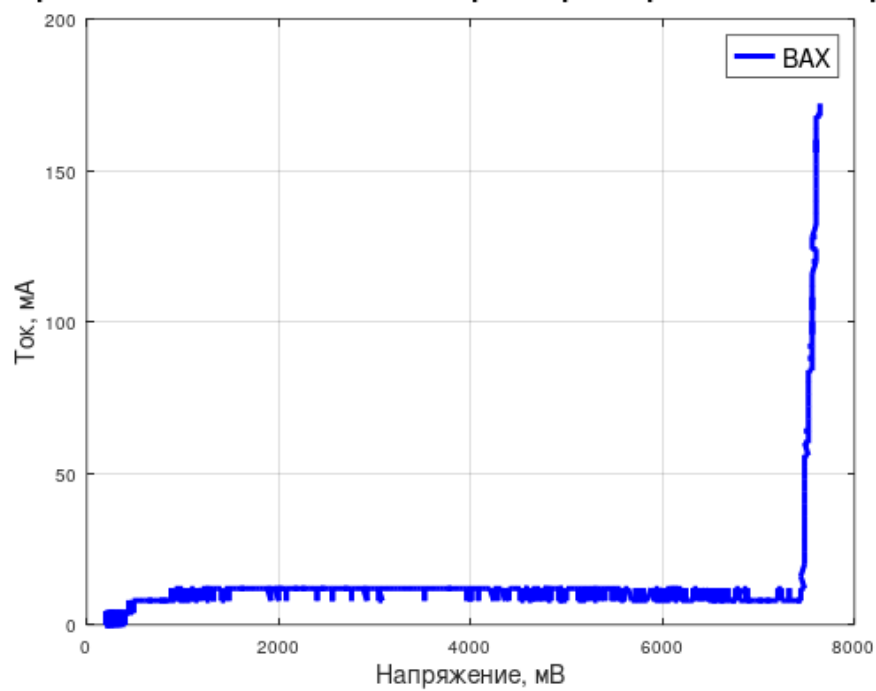
Обратная ветвь ВАХ кремниевого диода



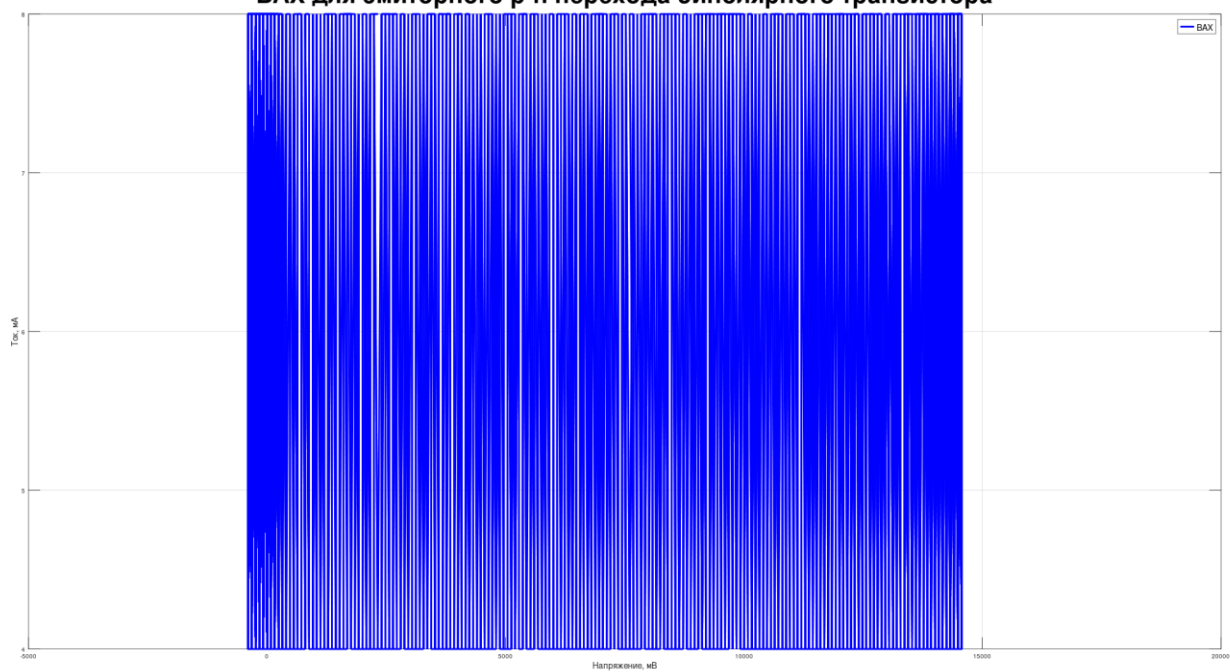
ВАХ для коллекторного р-п перехода биполярного транзистора

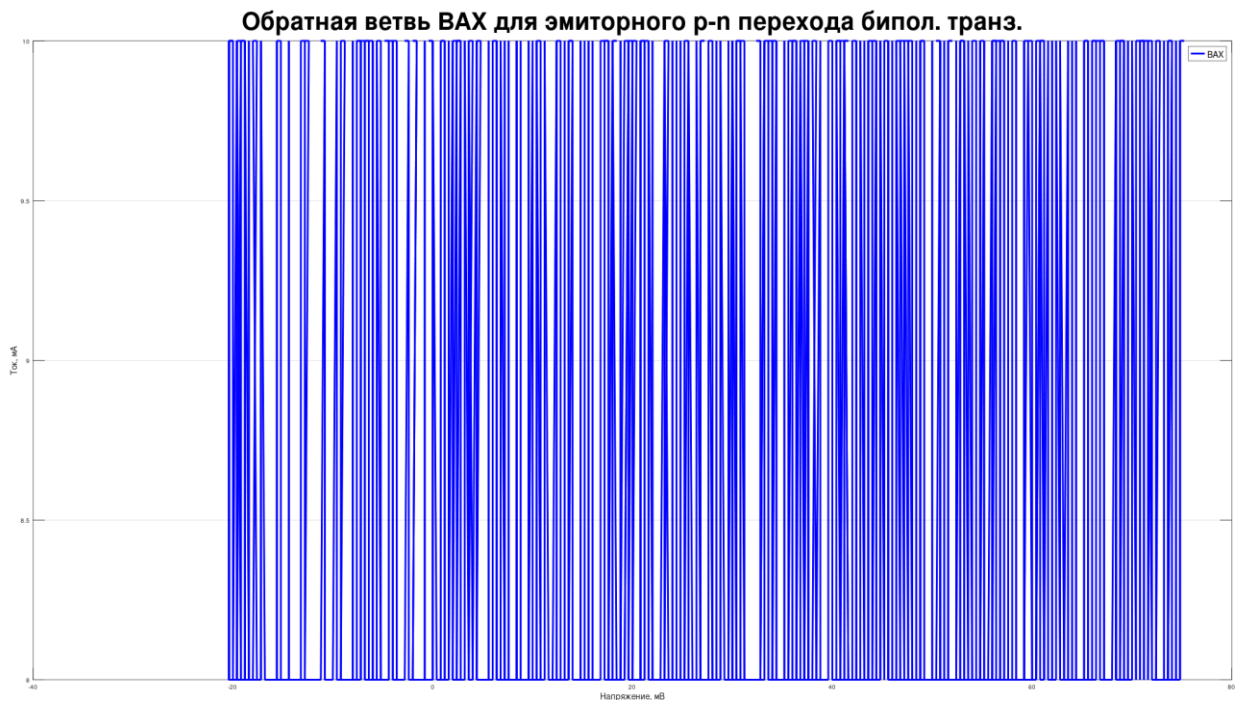


### Обратная ветвь ВАХ для коллекторного р-п перехода бипол. транз



### ВАХ для эмитторного р-п перехода биполярного транзистора





#### Вывод:

В ходе выполнения данной лабораторной работы были экспериментально получены статистические характеристики германиевых и кремниевых полупроводниковых р-п диодов и р-п переходов биполярного транзистора как в области прямых, так и обратных токов.

В процессе эксперимента было замечено различие в характеристиках германиевых и кремниевых диодов, связанное с разными физическими свойствами материалов. На основе полученных данных были определены ключевые параметры нелинейных низкочастотных моделей диодов, такие как ток насыщения, коэффициент идеальности и суммарное сопротивление последовательного соединения  $r_d$  и  $R_3$ , а также само сопротивление диода  $r_d$ .

Были построены графики вольт-амперной характеристики для прямых и обратных значений токов кремниевого и германиевого диодов, а также для эмиттерного и коллекторного р-п перехода биполярного транзистора.







