



XXIII научно-практическая конференция  
«Комплексная защита информации»

## **МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗАКЛАДНЫХ УСТРОЙСТВ НЕЛИНЕЙНЫМ ЛОКАТОРОМ**

Чертков Валерий Михайлович  
Железняк Владимир Кириллович


**«Полоцкий государственный университет»  
Научно-исследовательская опытно-экспериментальная  
лаборатория технической защиты информации**

**Суздаль, 2018**



## Процедура поиска и идентификации закладных устройств (ЗУ)

Обнаружение ЗУ по присутствию  
нелинейного соединения



```
graph TD; A[Обнаружение ЗУ по присутствию нелинейного соединения] --> B[Распознавание типа соединения (полупроводник или ложный полупроводник)]; B --> C[Идентификации ЗУ (расчет степени подобия идентификационных образов)];
```

Распознавание типа соединения  
(полупроводник или ложный  
полупроводник)

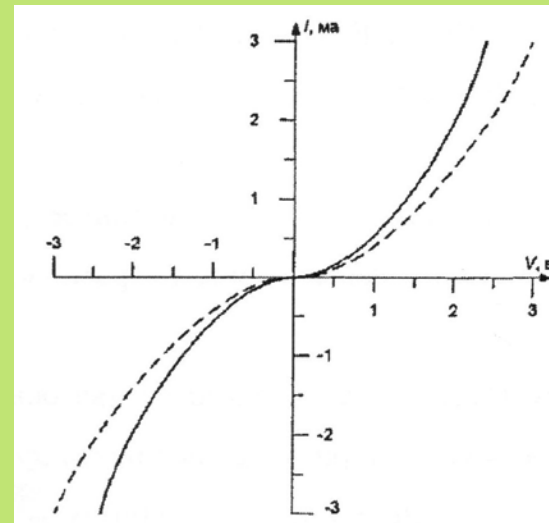
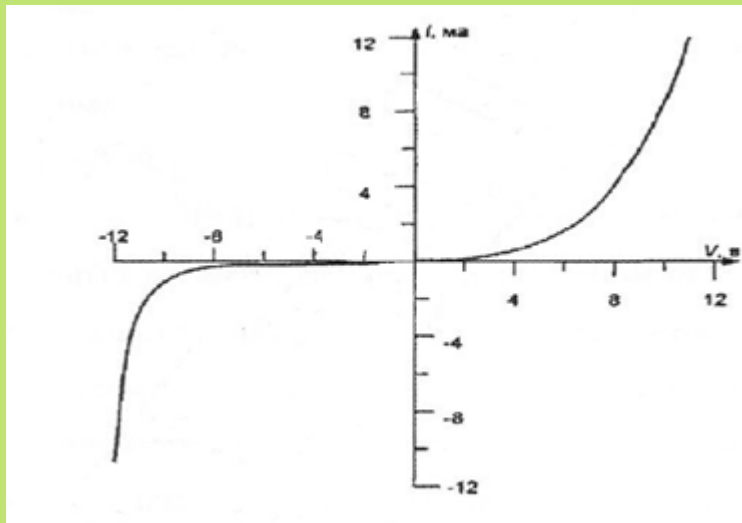
Идентификации ЗУ  
(расчет степени подобия  
идентификационных образов)

# Различие нелинейностей

$$I = a_0 + a_1U + a_2U^2 + a_3U^3$$

$$I = I_0(e^{\alpha \cdot U} - 1)$$

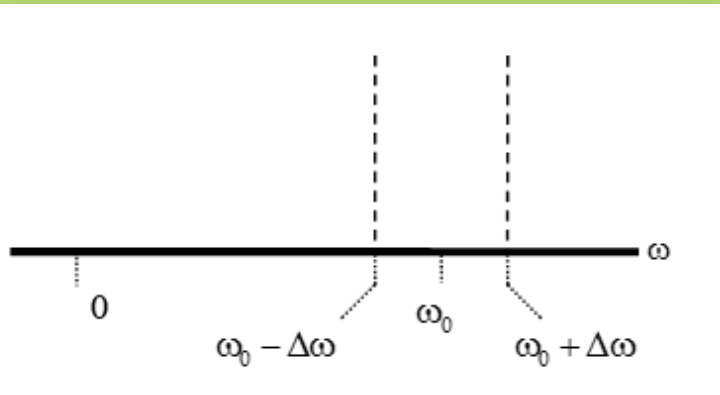
$$I = \frac{U + \beta \cdot U^3}{R_0}$$



# Зондирующий АМ сигнал с подавленной несущей

Зондирующий АМ сигнал с подавленной несущей

$$u(t) = U_0 + U_{m1} \cos(\omega_0 + \Delta\omega)t + U_{m2} \cos(\omega_0 - \Delta\omega)t$$

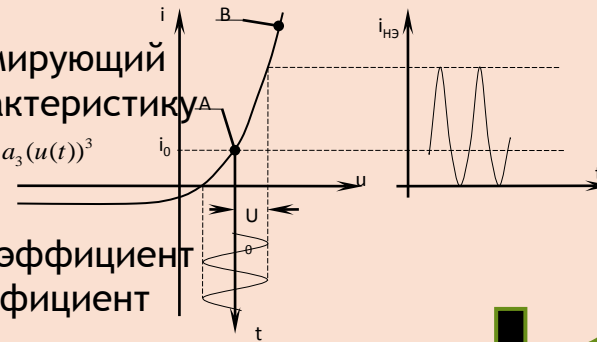


Вольтамперная характеристика полупроводника

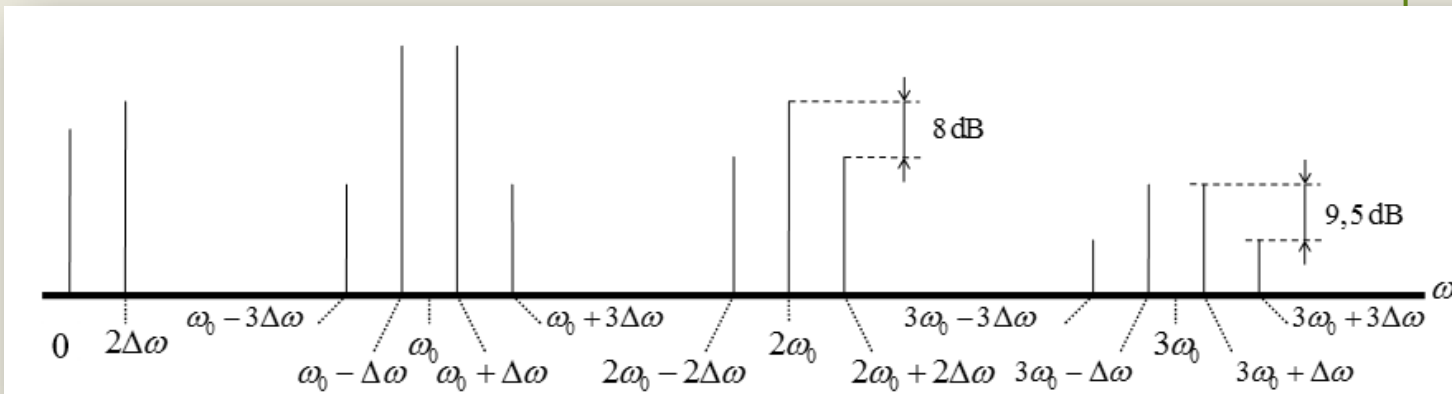
Полином, аппроксимирующий Вольтамперную характеристику

$$i(u) = a_0 + a_1 u(t) + a_2 (u(t))^2 + a_3 (u(t))^3$$

где,  
 $a_2$ -квадратичный коэффициент  
 $a_3$ -кубический коэффициент



Переизлученный зондирующий сигнал



$$i(u) = a_0 + a_1 U_{m1} \cos(\omega_0 + \Delta\omega)t + a_1 U_{m2} \cos(\omega_0 - \Delta\omega)t + \frac{a_2}{2} (U_{m1}^2 + U_{m2}^2) +$$

$$+ \frac{a_2}{2} U_{m1}^2 \cos(2\omega_0 + 2\Delta\omega)t + \frac{a_2}{2} U_{m2}^2 \cos(2\omega_0 - 2\Delta\omega)t +$$

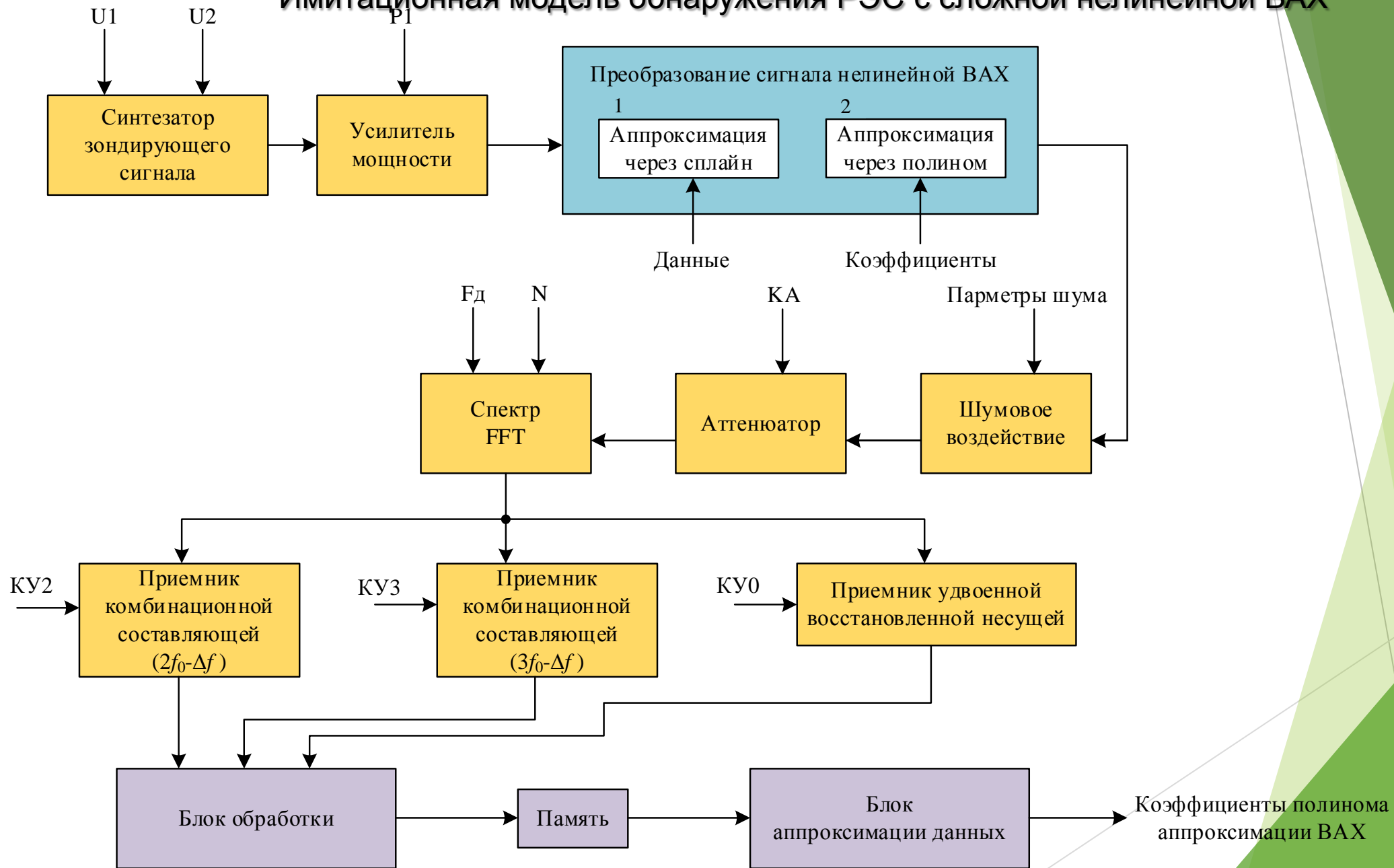
$$+ a_2 U_{m1} U_{m2} \cos(2\omega_0)t + a_2 U_{m1} U_{m2} \cos(2\Delta\omega)t + \left( \frac{3a_3 U_{m1}^3}{4} + \frac{3a_3 U_{m1} U_{m2}^2}{2} \right) \cos(\omega_0 + \Delta\omega)t +$$

$$+ \left( \frac{3a_3 U_{m2}^3}{4} + \frac{3a_3 U_{m2} U_{m1}^2}{2} \right) \cos(\omega_0 - \Delta\omega)t + \frac{a_3 U_{m1}^3}{4} \cos(3\omega_0 + 3\Delta\omega)t + \frac{a_3 U_{m2}^3}{4} \cos(3\omega_0 - 3\Delta\omega)t +$$

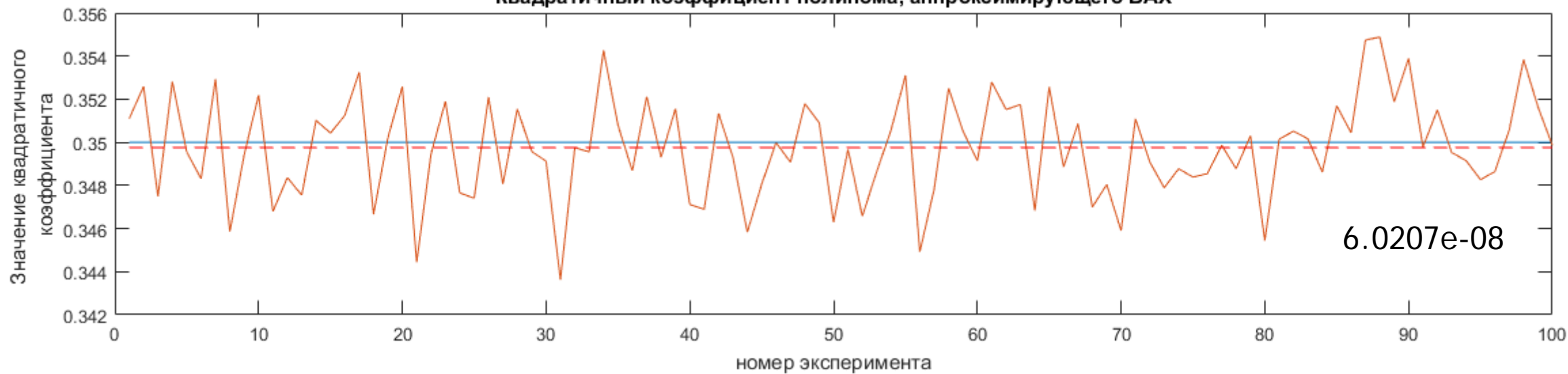
$$+ \frac{3a_3 U_{m2} U_{m1}^2}{4} \cos(3\omega_0 + \Delta\omega)t + \frac{3a_3 U_{m2} U_{m1}^2}{4} \cos(\omega_0 + 3\Delta\omega)t +$$

$$+ \frac{3a_3 U_{m1} U_{m2}^2}{4} \cos(3\omega_0 - \Delta\omega)t + \frac{3a_3 U_{m1} U_{m2}^2}{4} \cos(\omega_0 - 3\Delta\omega)t.$$

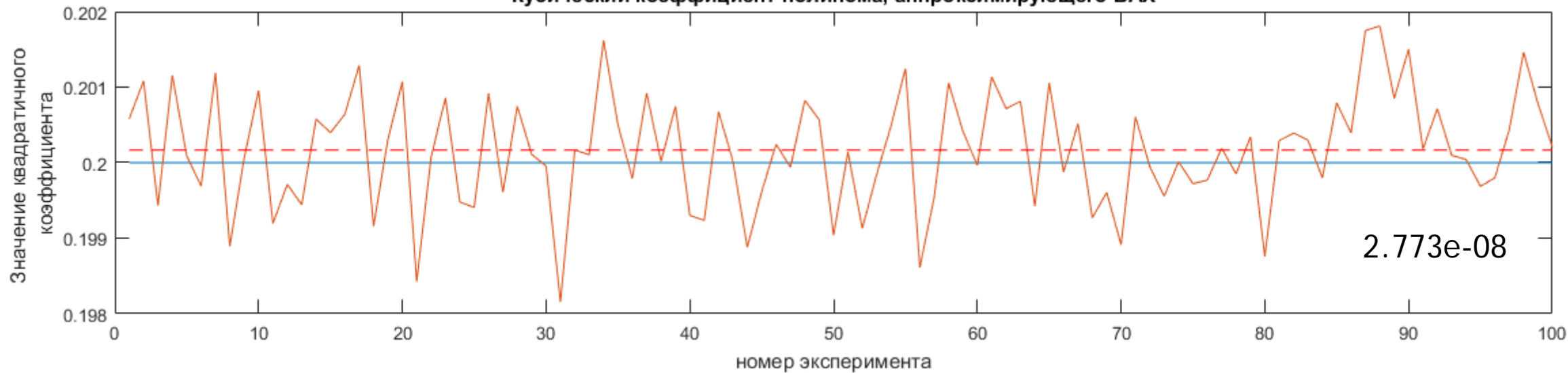
# Имитационная модель обнаружения РЭС с сложной нелинейной ВАХ

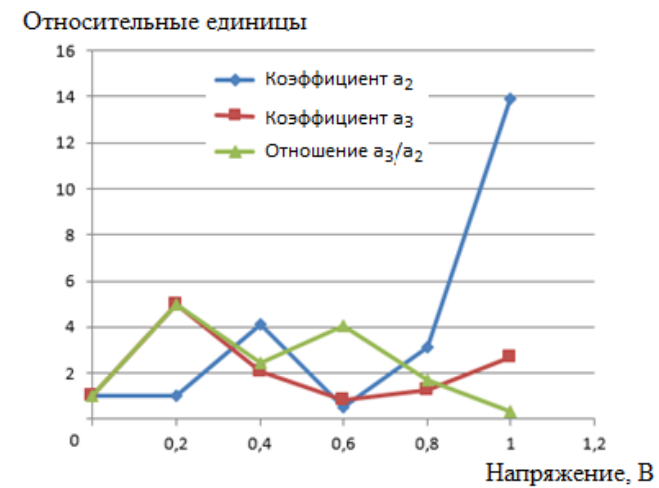
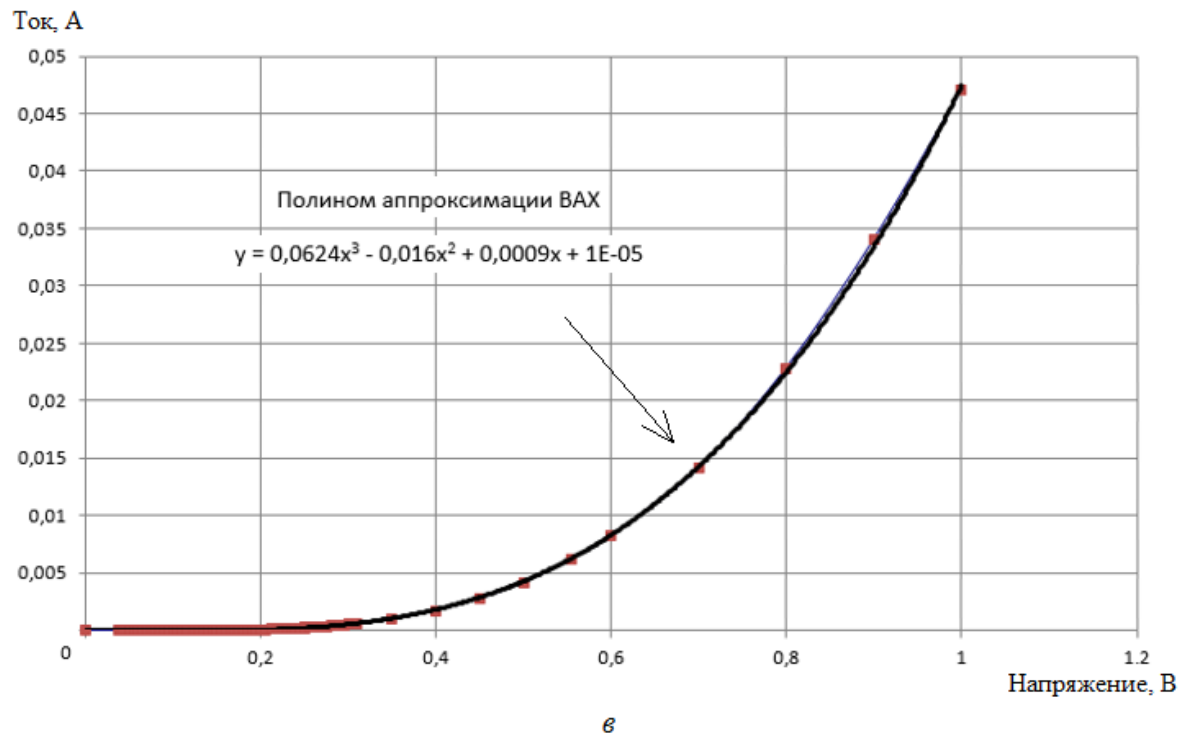
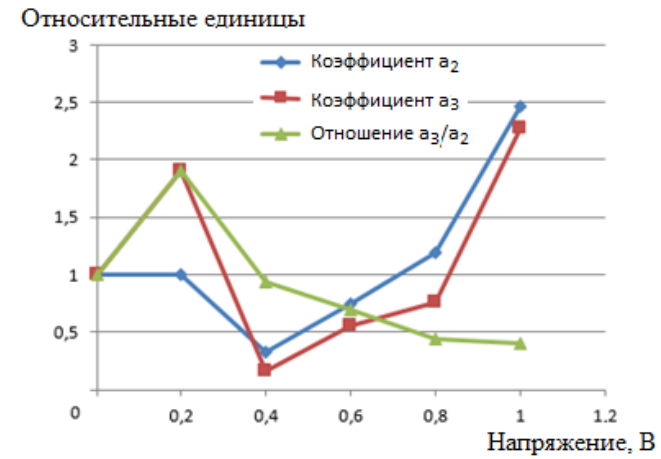
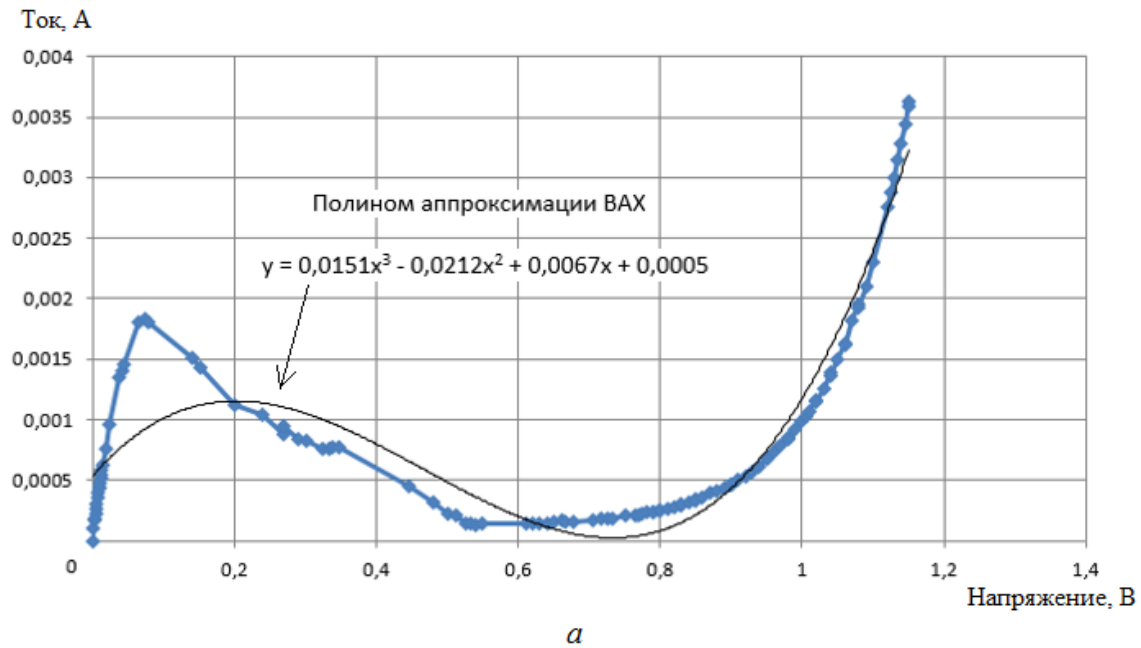


Квадратичный коэффициент полинома, аппроксимирующего ВАХ

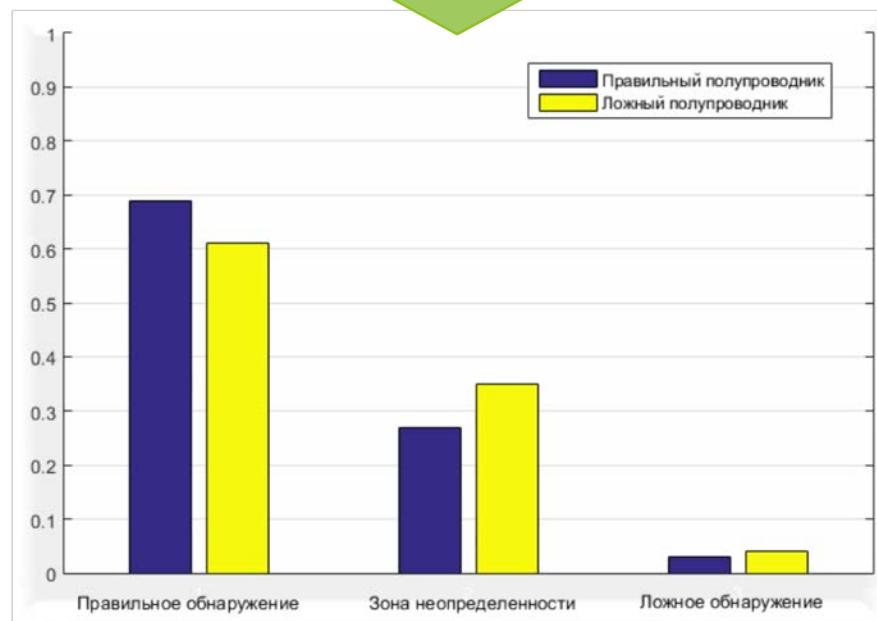


Кубический коэффициент полинома, аппроксимирующего ВАХ



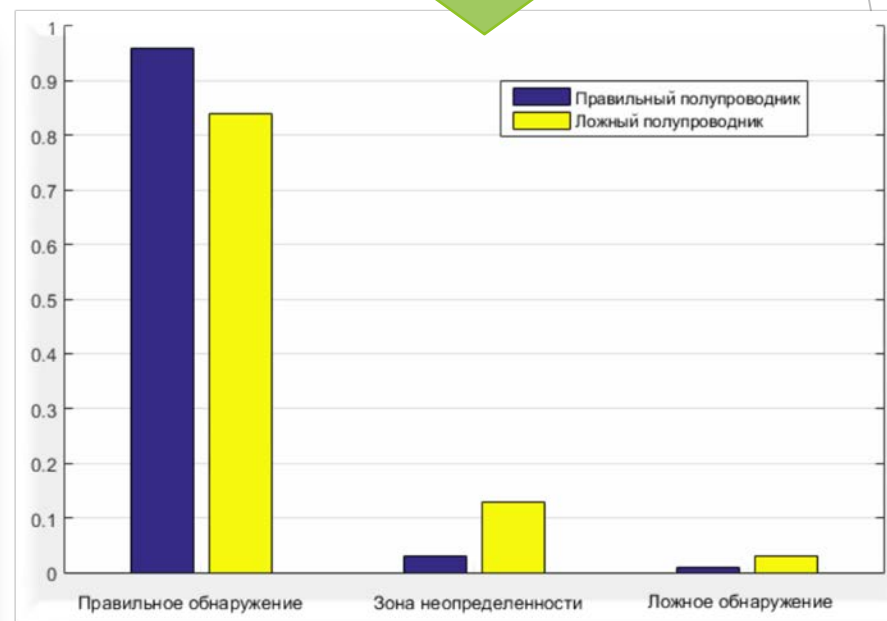


Распознавание, которое основано на физических предпосылках различной скорости изменения уровней второй и третьей гармоник отраженного сигнала при снижении мощности сигнала зондирования от максимального до минимального



Показатели современных алгоритмов распознавания

Способ распознавания типа нелинейности, суть которого заключается в излучении АМ сигнала с подавленной несущей, приеме второй, третьей и восстановленной несущей гармоник и по их зависимостям восстановления вида нелинейности



Показатели разработанного алгоритма распознавания



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**