

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ
СОРБЦИИ НА ВТОРИЧНУЮ ЭЛЕКТРОННУЮ ЭМИССИЮ**

А.Ю. Рудаков

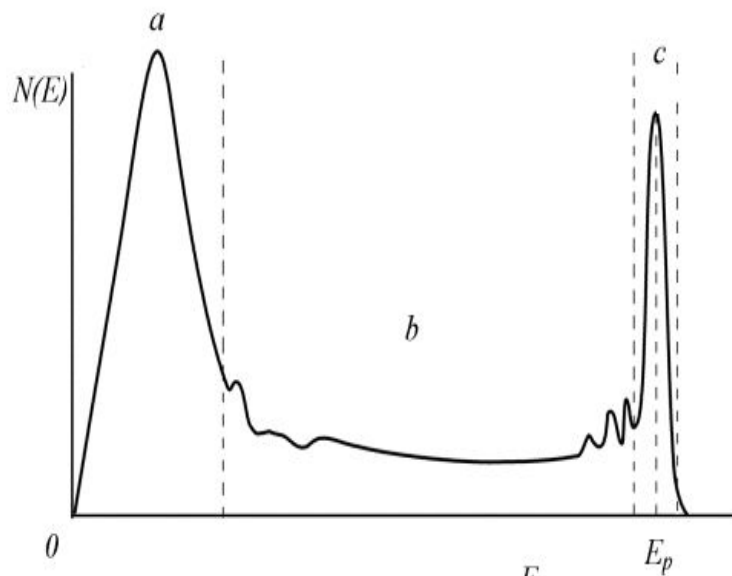
ОИЯИ ЛЯП СЭО

Дубна 2012

Вторичная электронная эмиссия

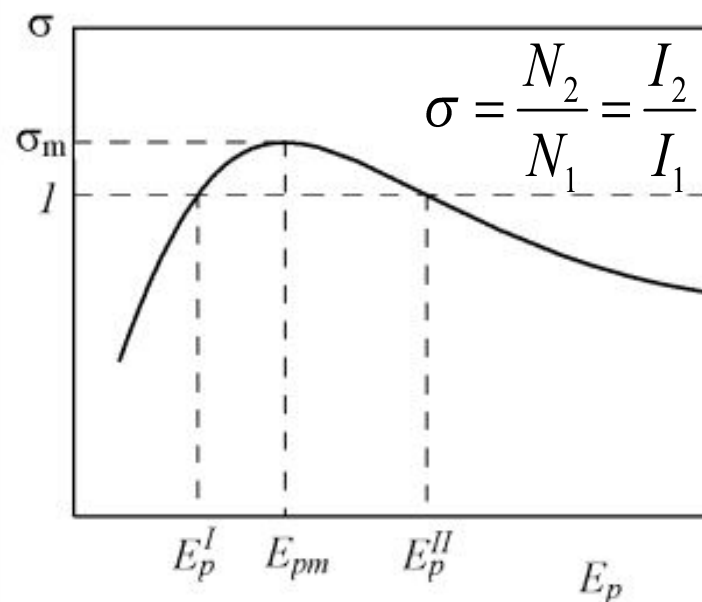
Вторичная электронная эмиссия - явление испускания твердыми телами вторичных электронов при их бомбардировке пучком первичных электронов.

Распределение вторичных электронов по энергии



- a) - истинно вторичные e-
- b) - неупруго отражённые e-
- c) - упруго отражённые e-

Зависимость КВЭЭ от энергии первичных электронов

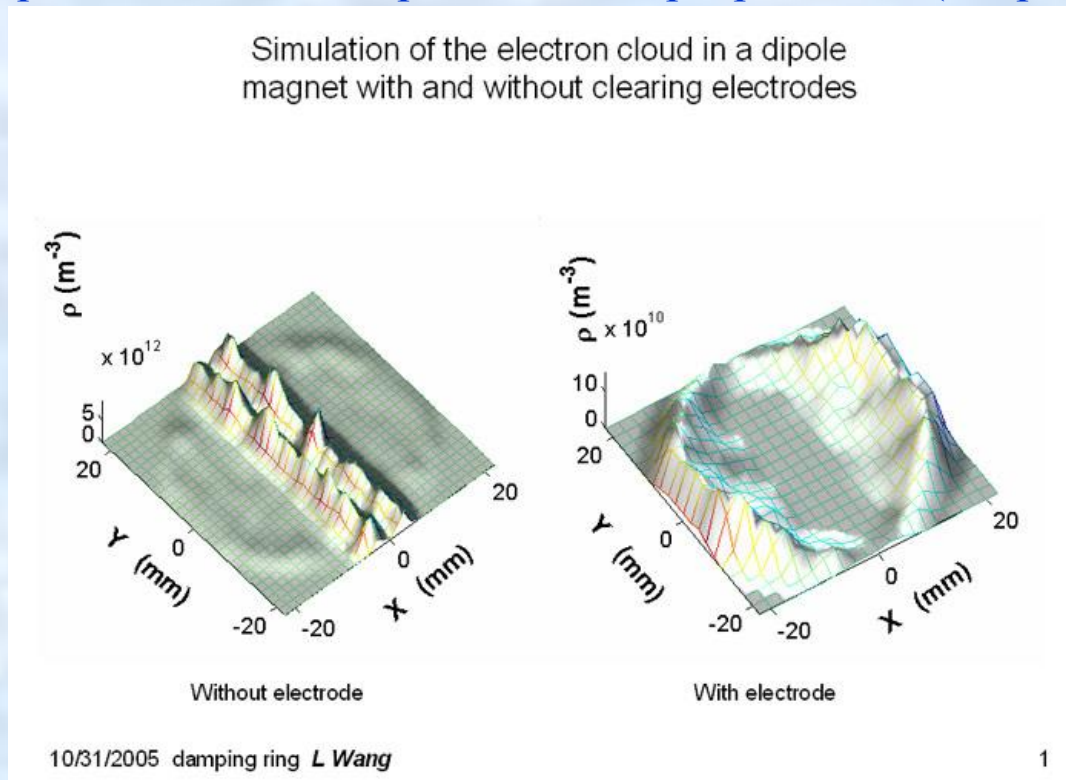


N_1, I_1 – первичные электроны
 N_2, I_2 – вторичные электроны

Электронные облака

Электронные облака - пространственное динамическое распределение электронов, образованное в пучковой камере из первичных электронов резонансным вторично-эмиссионным размножением их на стенках камеры.

Плотность электронных облаков зависит от коэффициента вторичной электронной эмиссии поверхности стенок вакуумных камер. Формирование электронных облаков можно промоделировать специализированными программами (например ECLOUD).



Образование электронных облаков

Для параметров NICA (ионы $^{197}\text{Au}^{79+}$)

$$N_{bunch} \sim 10^9$$

$$N_{bunch} \geq \beta^2 \cdot \frac{b^2}{Z r_e l_{space}}$$

β – скорость сгустка

b – радиус вакуумной камеры

Z – заряд ионов

r_e – радиус электрона

l_{space} – расстояние между сгустками

Схема эксперимента по измерению КВЭЭ

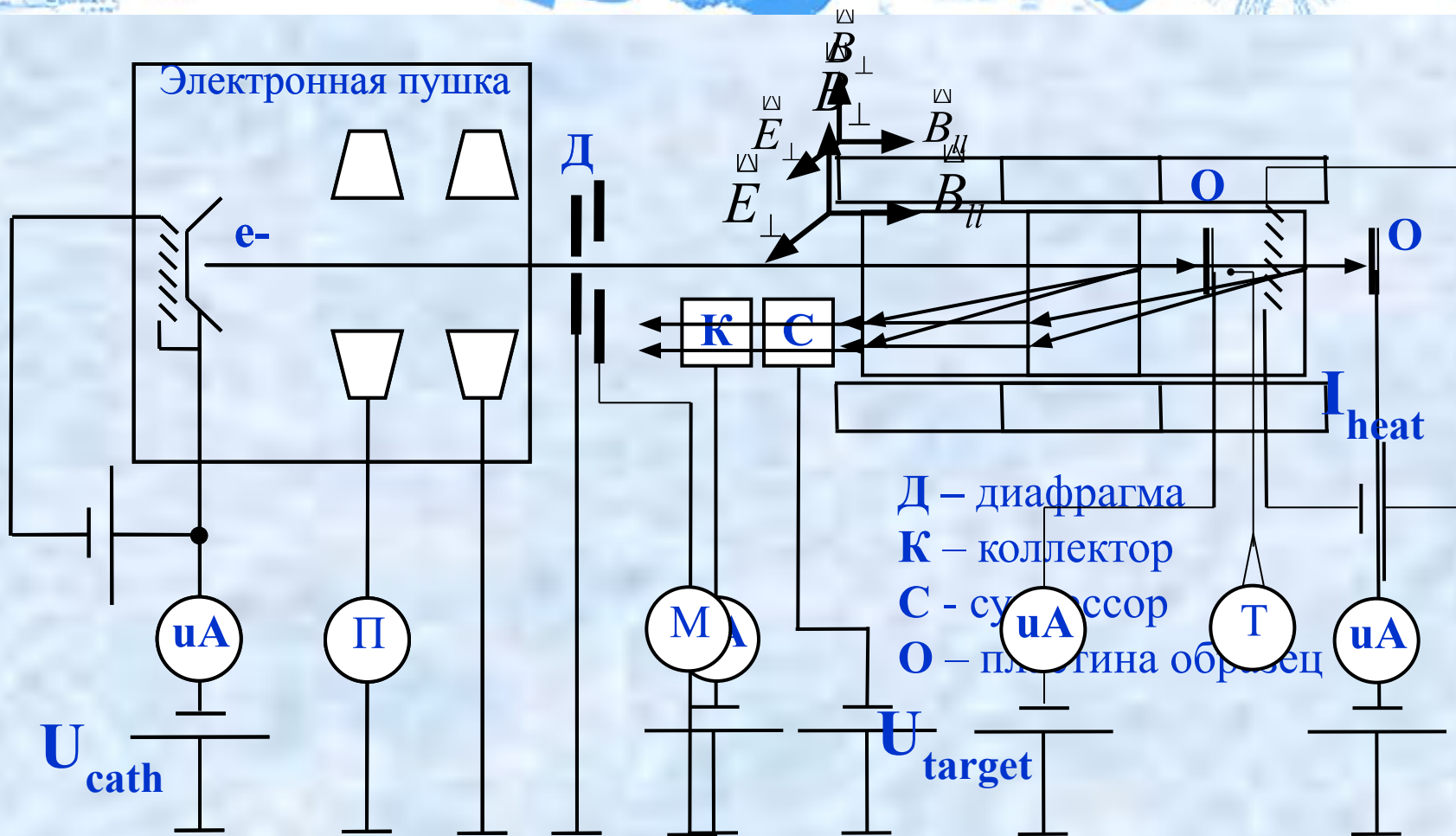


Схема эксперимента по измерению КВЭЭ

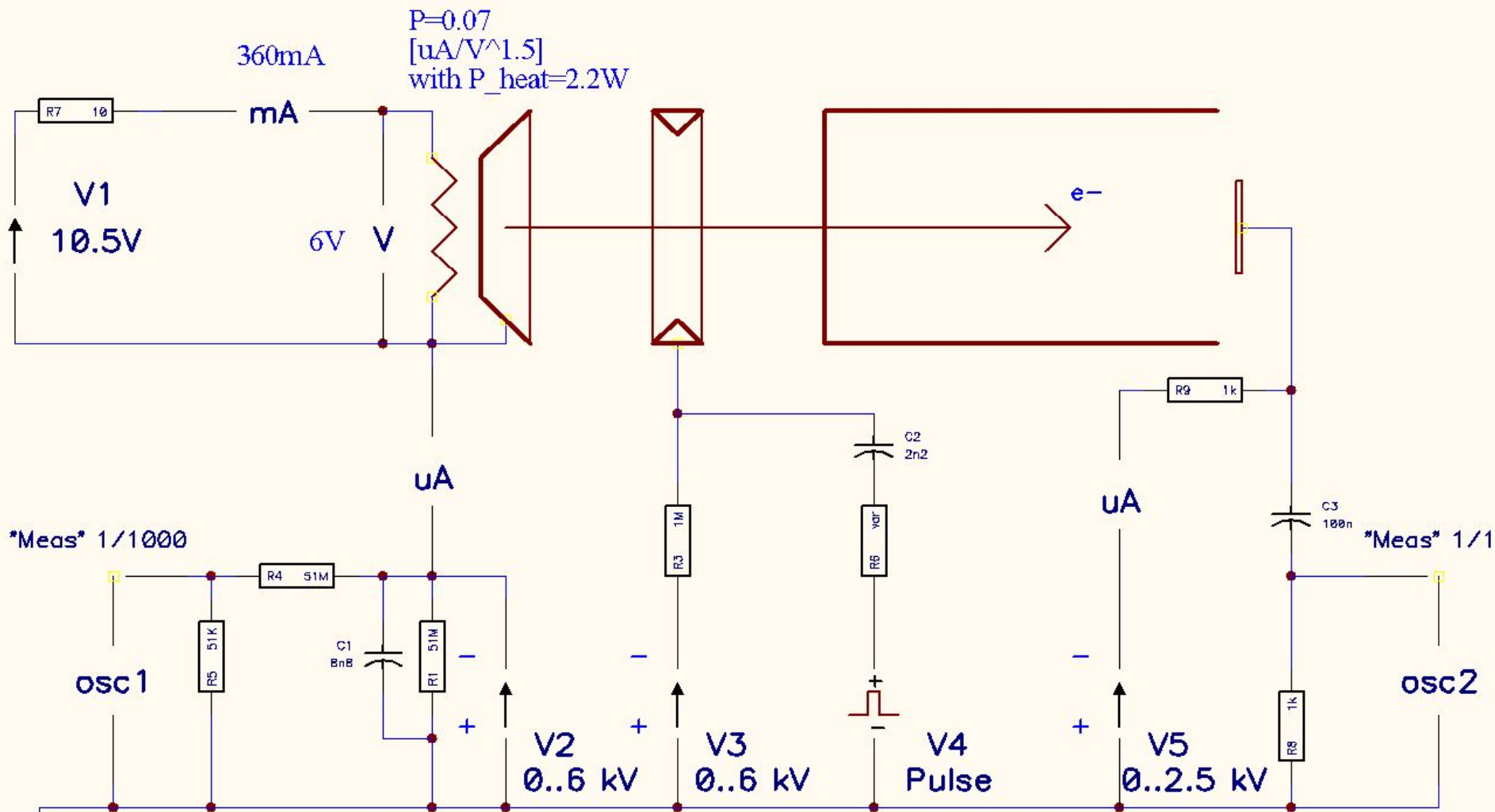
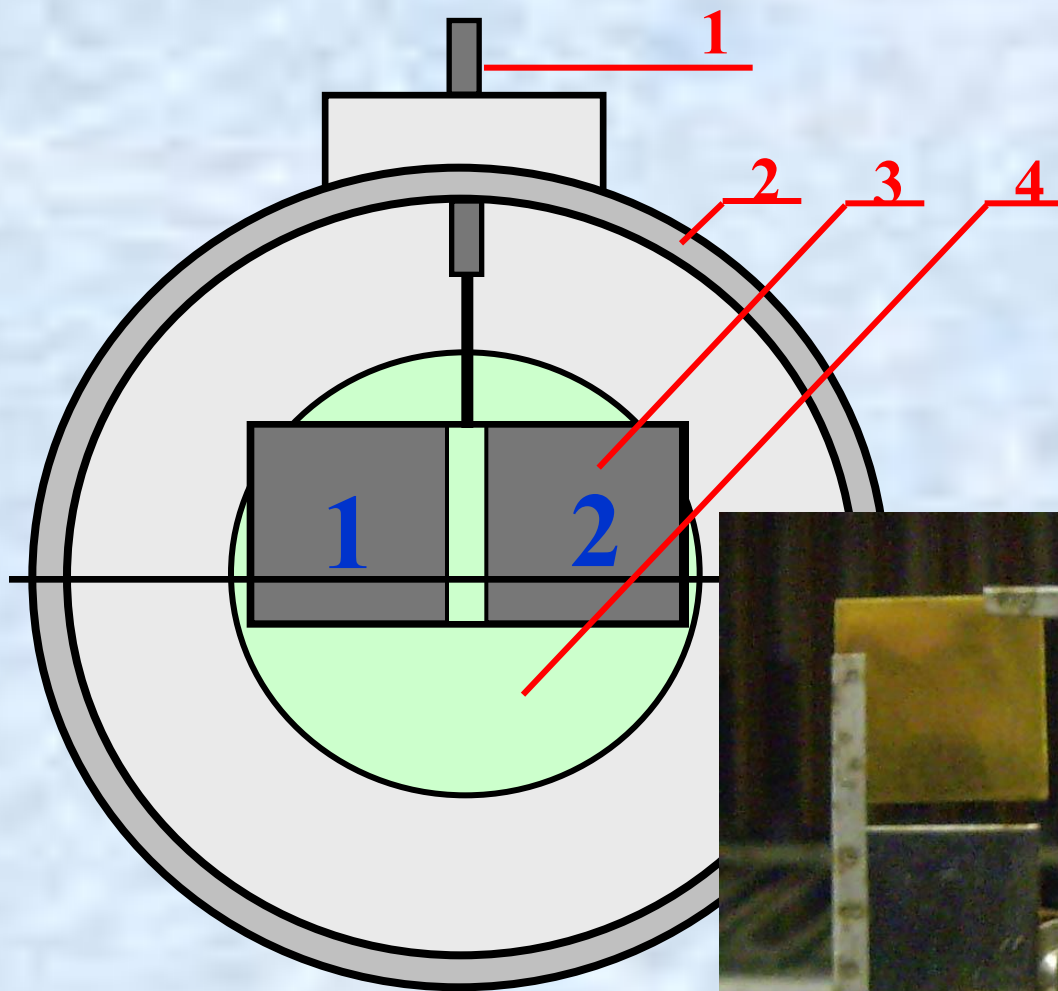
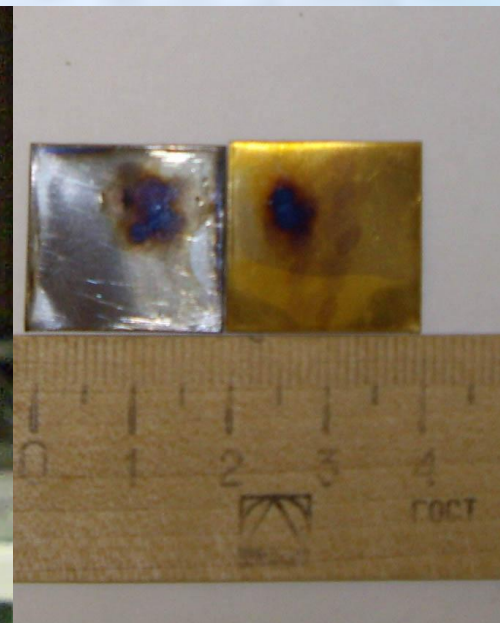
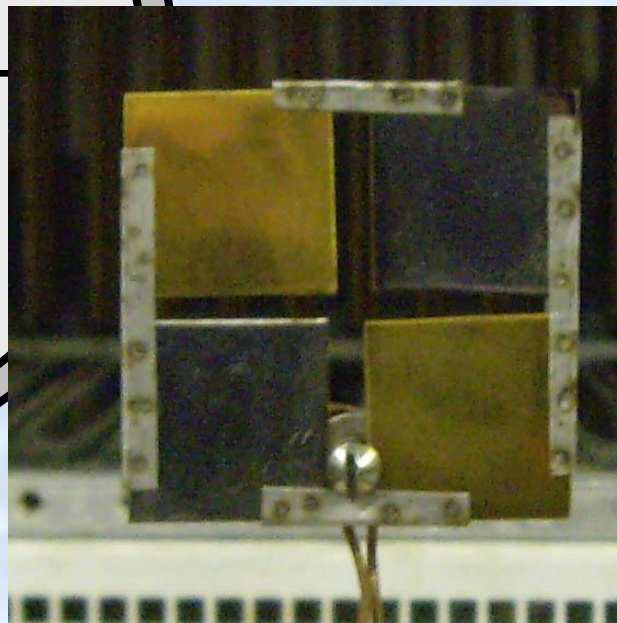


Схема крепления пластин образцов



- 1 – Изолятор ввода
- 2 – Вакуумная камера
- 3 – Пластины-образцы
- 4 – Люминофор

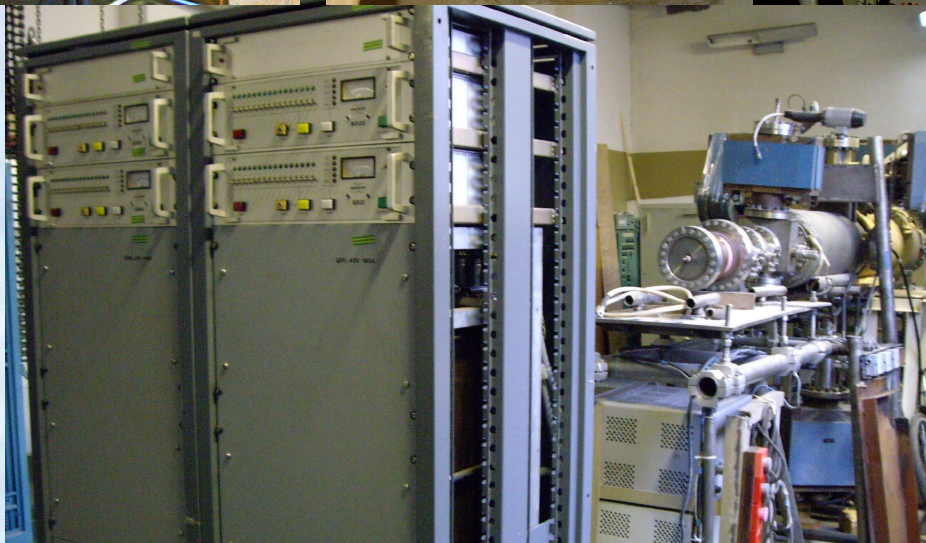
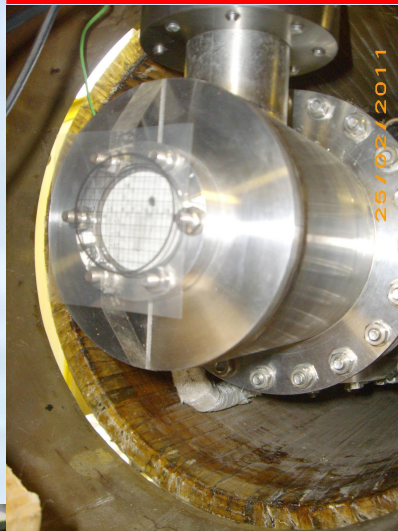
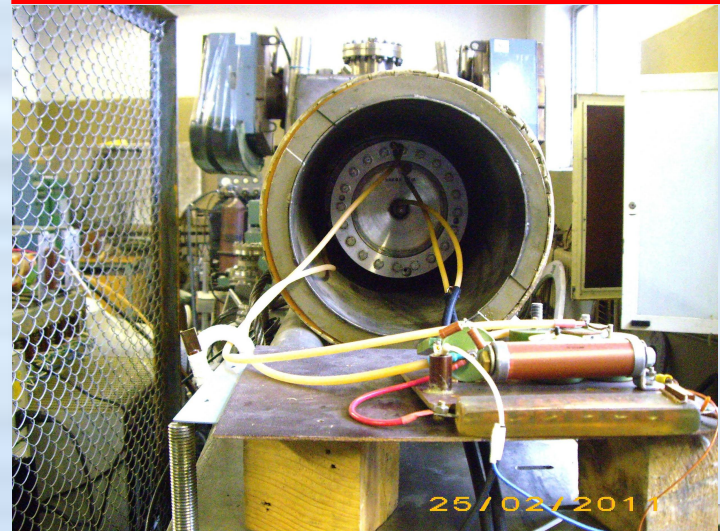


Стенд «Рекуператор»

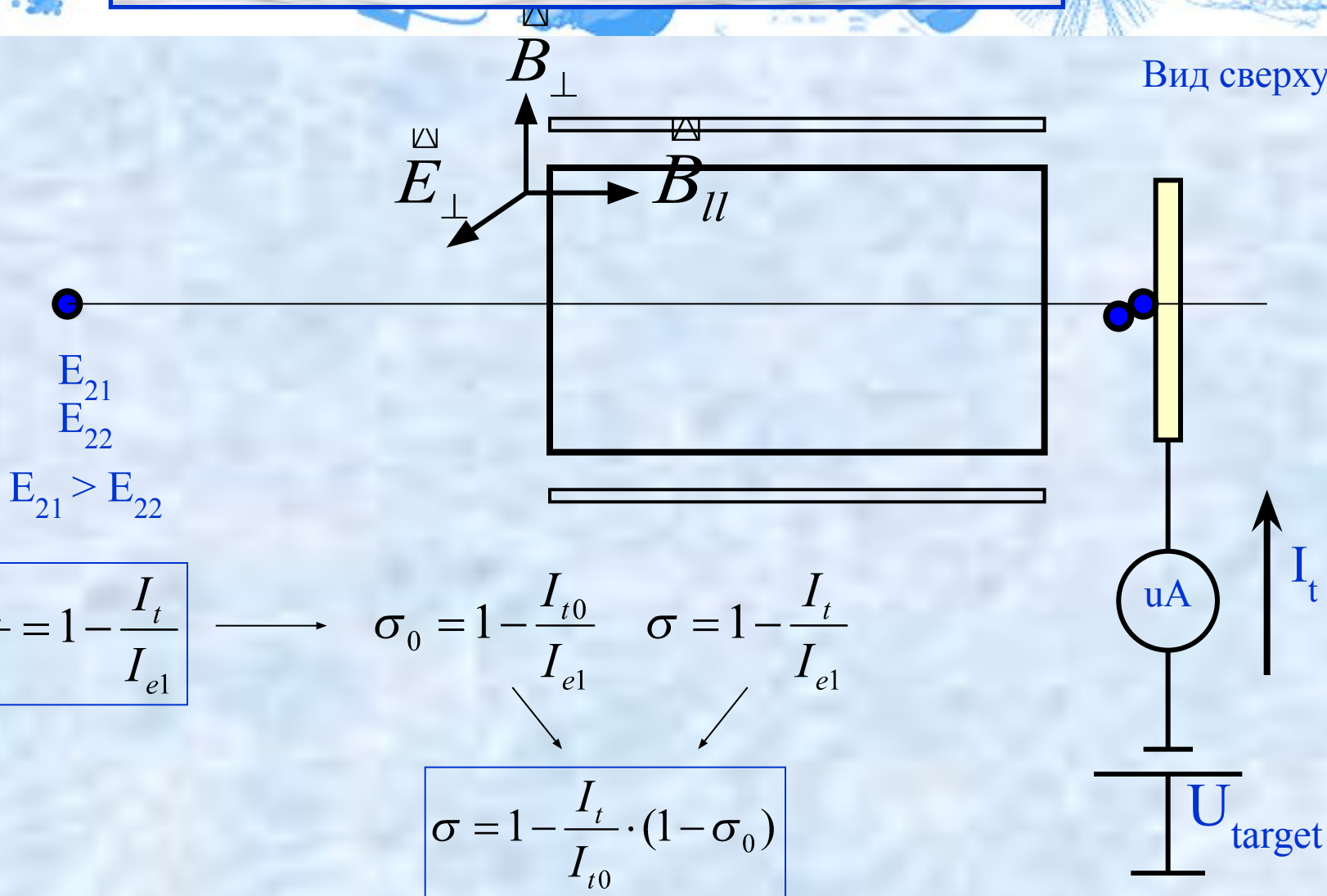
electron gun

target

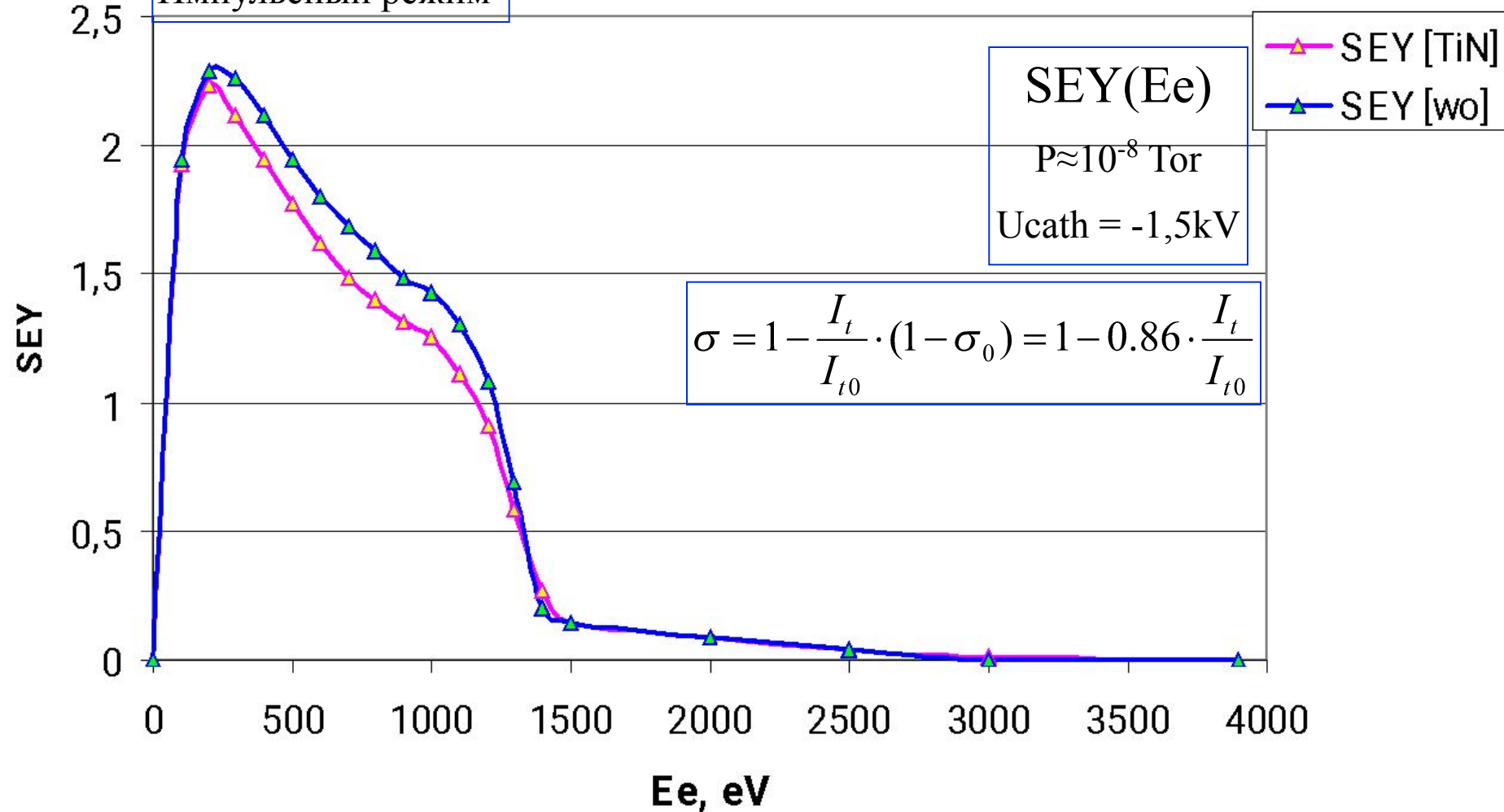
HV power supply cool system



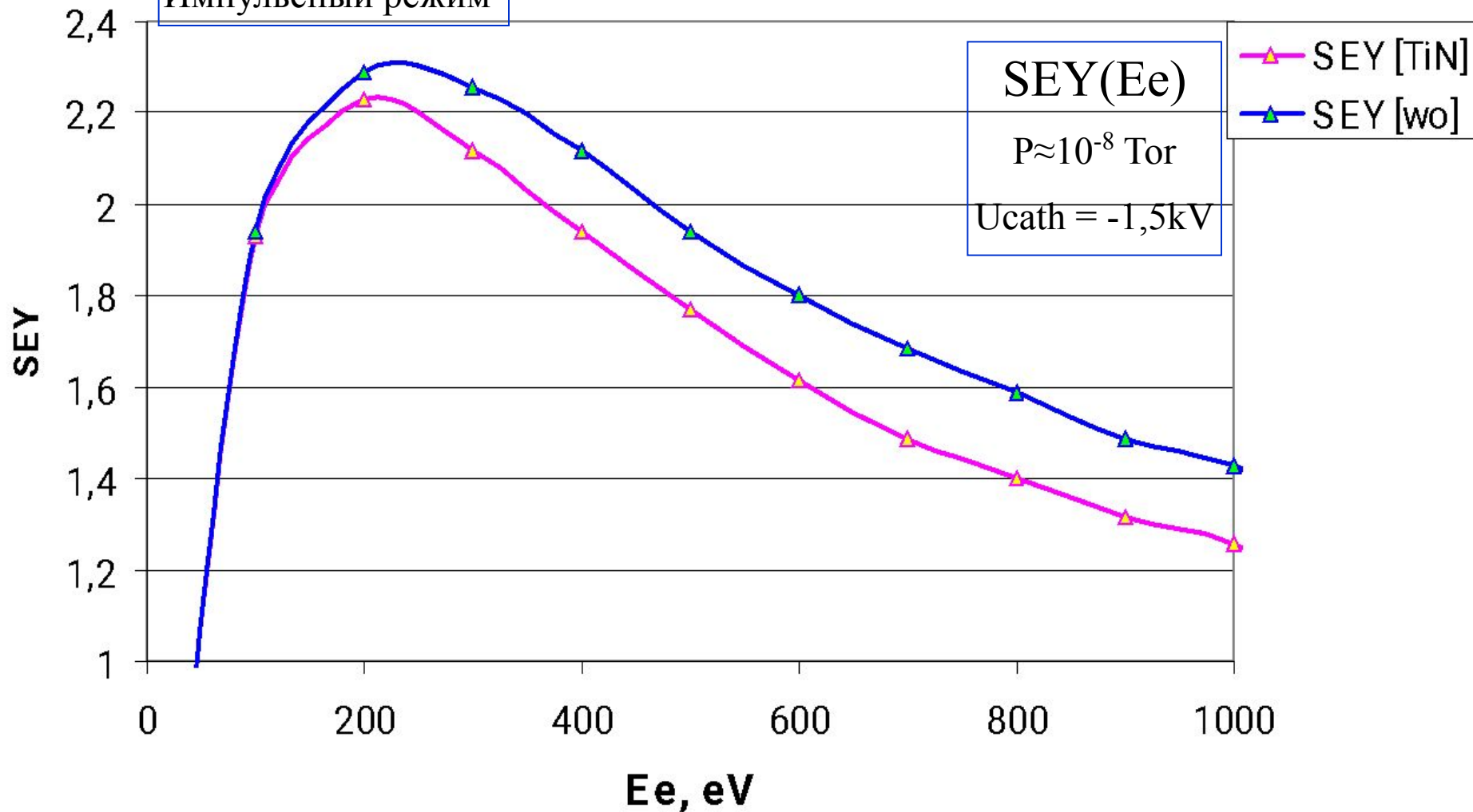
Вид сверху



Импульсный режим



Импульсный режим

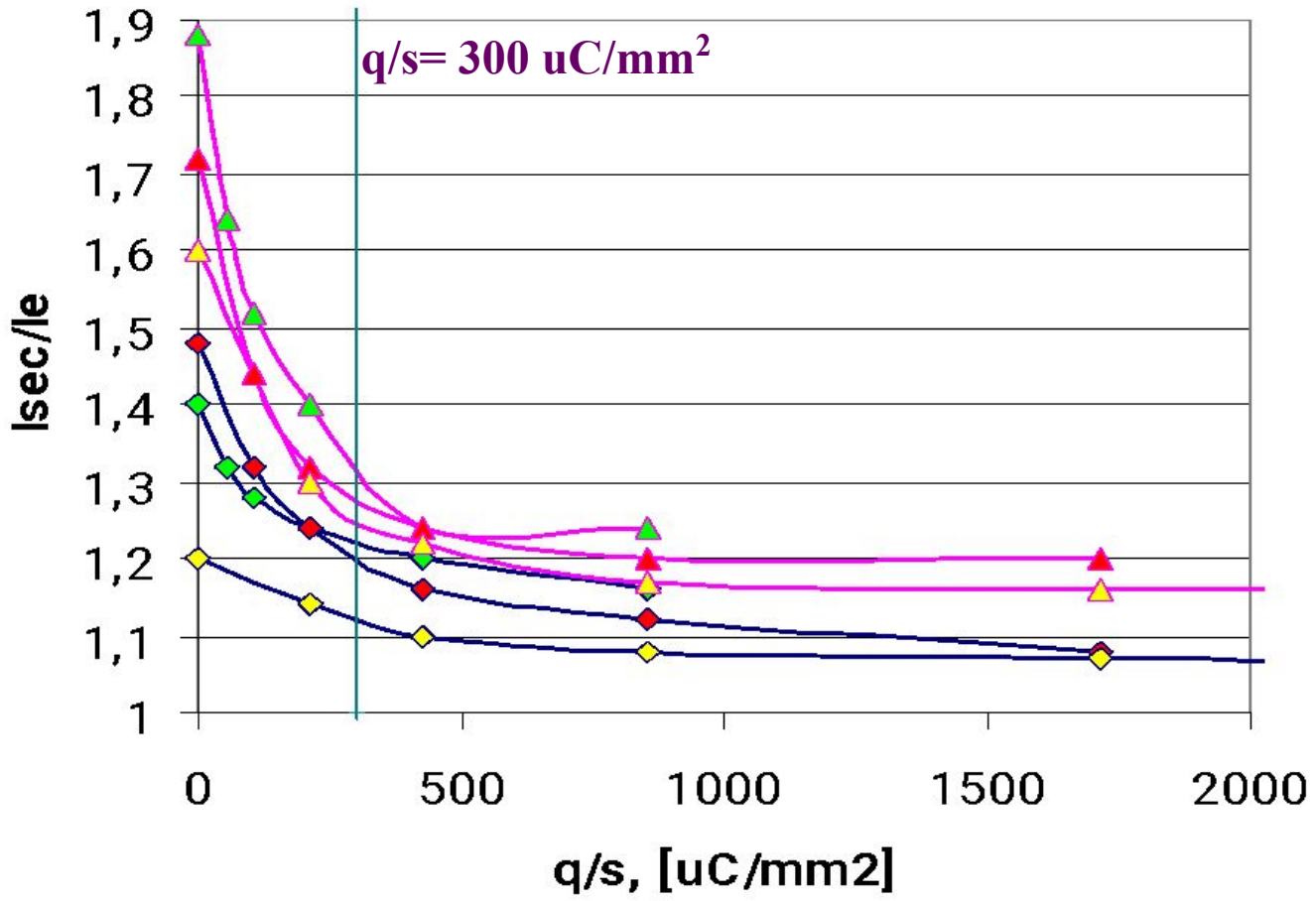


КВЭЭ с поверхностей образцов измерялся при следующих условиях:

1. Образцы «подвешивались» под регулируемый потенциал ($\pm U_{\text{target}}$). При этом потенциал катода и образца изменялись так, что сохранялась выбранная величина энергии электронов, падающих на пластину-образец.
2. Очистка пластин-образцов производилась электронным пучком
 - а) на измеряемой энергии
 - б) по всему диапазону энергии от 50 эВ до потенциала катода с шагом 50 эВ
3. Ток электронного пучка:
 - а) Постоянный – при очистке пластин-образцов и измерении КВЭЭ
 - б) Импульсный – при измерении тока вторичных электронов с очисткой образца или без. В данном режиме ток первичных электронов не измерялся

G(q/S) without coating

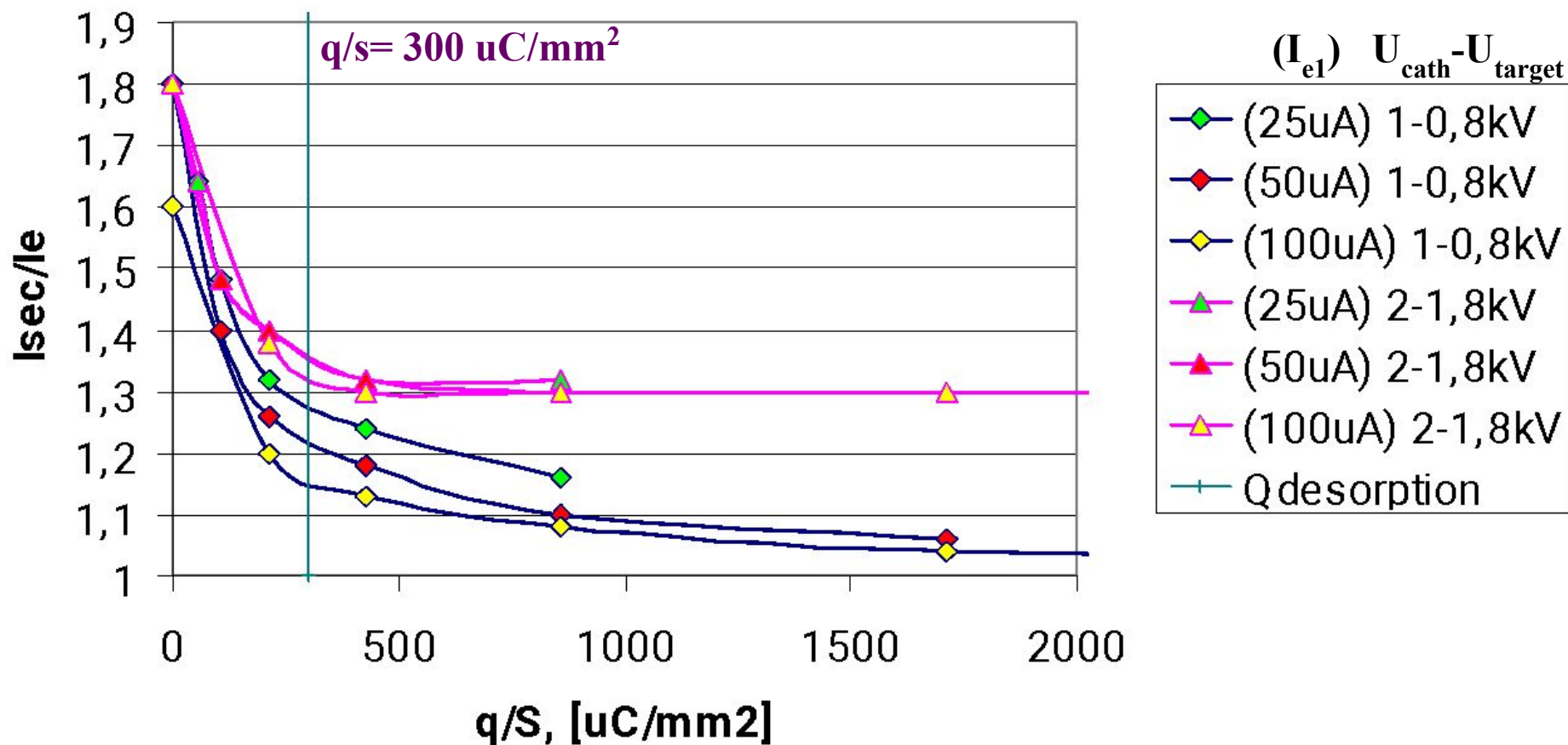
$P = 10^{-8}$ Top



- | | (I_{el}) | U_{cath} | $-U_{target}$ |
|---|-------------|------------|---------------|
| ◆ | (25uA) | 1-0,8kV | |
| ◆ | (50uA) | 1-0,8kV | |
| ◆ | (100uA) | 1-0,8kV | |
| ▲ | (25uA) | 2-1,8kV | |
| ▲ | (50uA) | 2-1,8kV | |
| ▲ | (100uA) | 2-1,8kV | |
| + | Qdesorption | | |

G(q/S) with coating

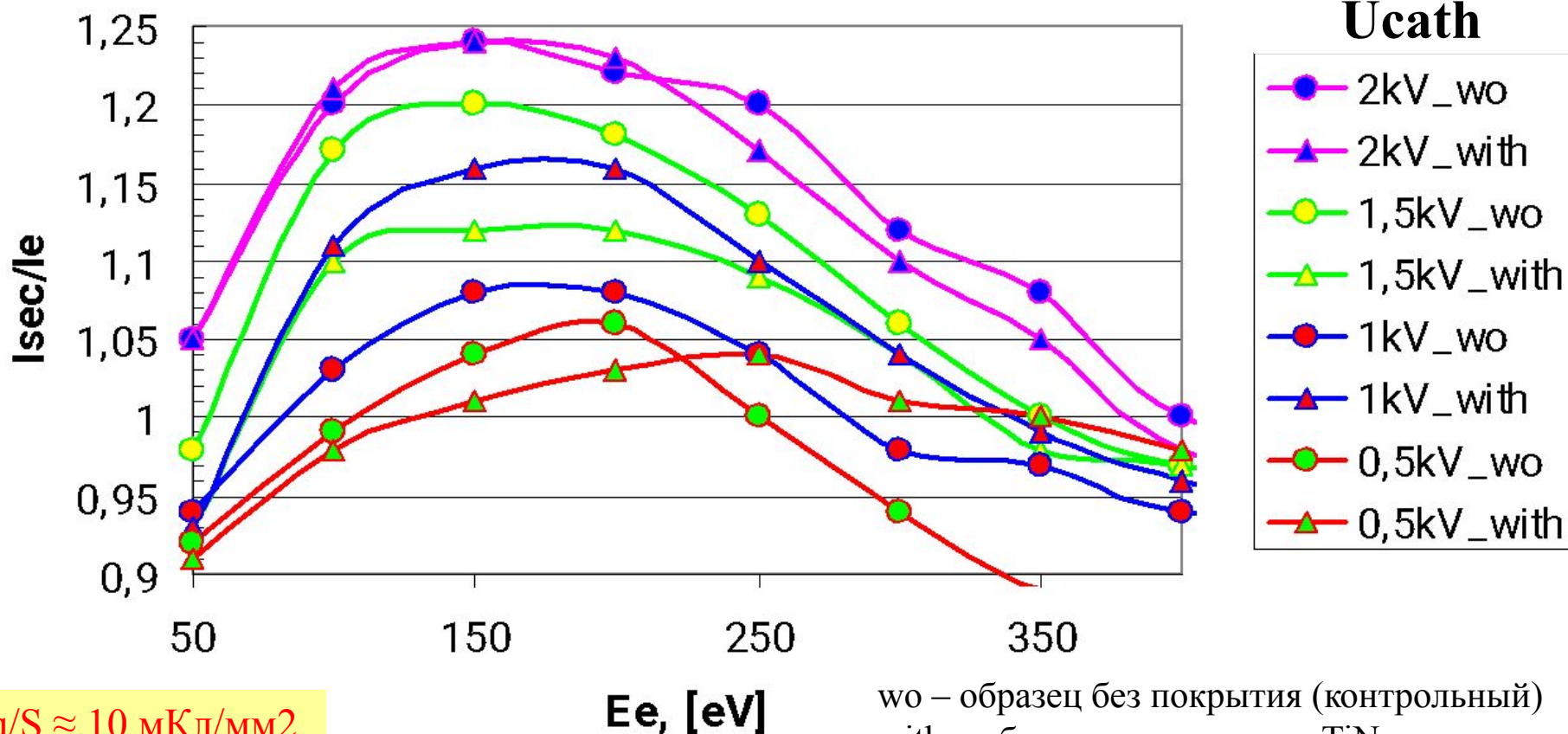
$P = 10^{-8}$ Top



SEY(Ee)

P = 10⁻⁸ Top

Очистка пластины производилась только на энергии измерения КВЭЭ



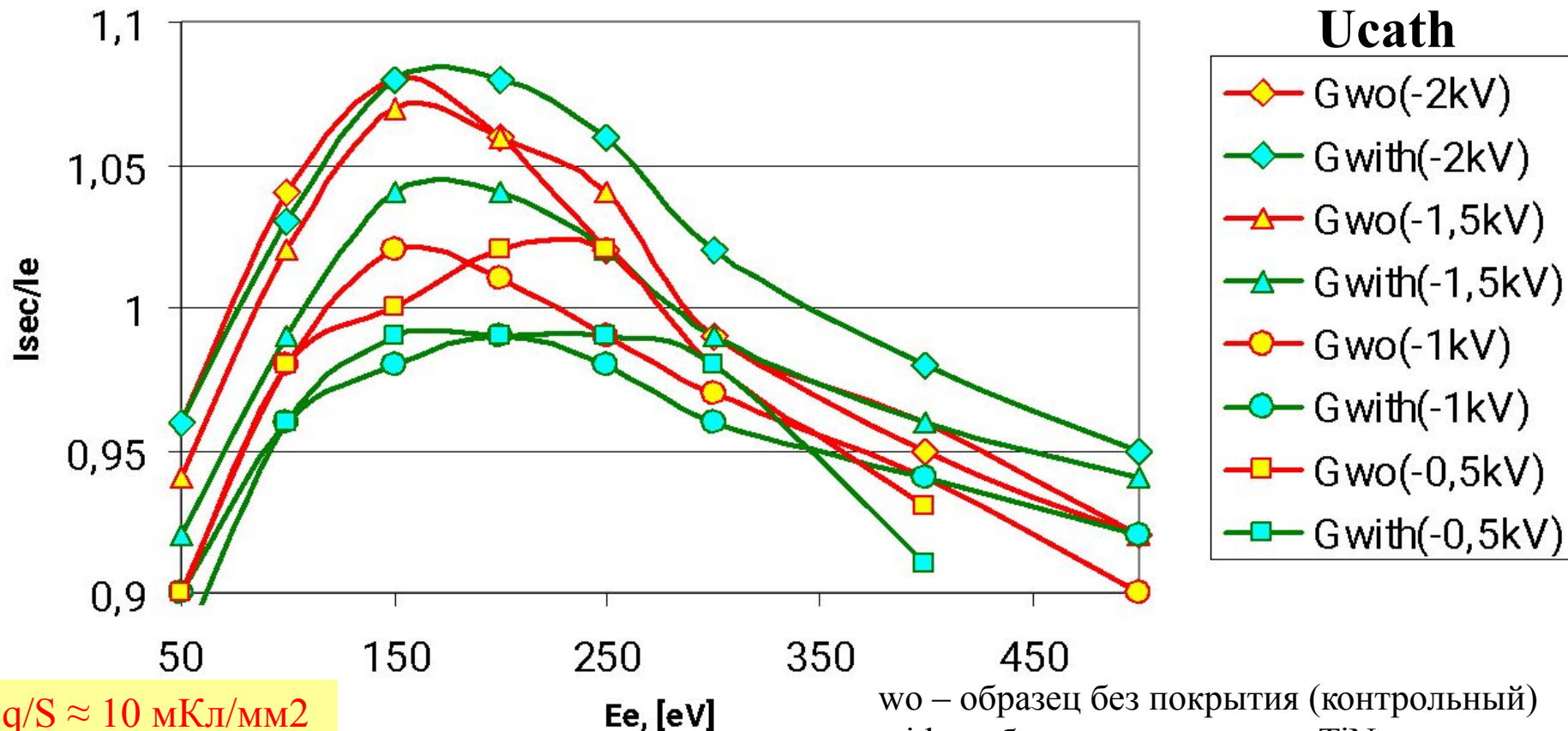
q/S ≈ 10 мКл/мм²

wo – образец без покрытия (контрольный)
with – образец с покрытием TiN

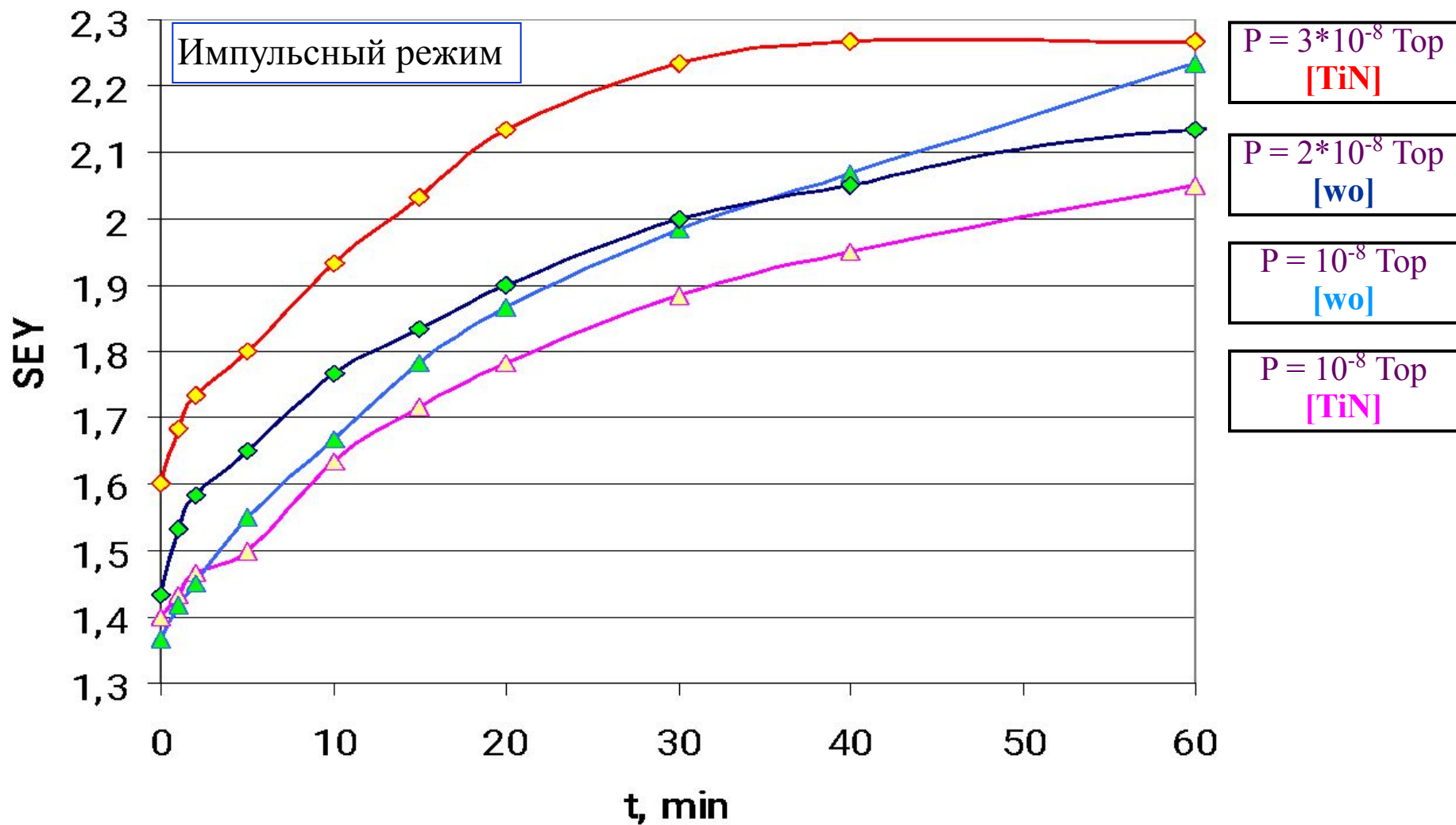
SEY(Ee)

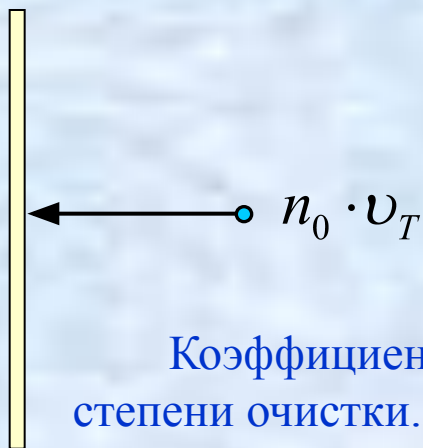
$P = 10^{-8}$ Top

Предварительная очистка производилась по всему измеряемому спектру энергий



wo – образец без покрытия (контрольный)
with – образец с покрытием TiN





$$\frac{dN}{dS} = n_0 \cdot v_T = k \cdot P \cdot \sqrt{T[\text{K}]}$$

$$\frac{dN}{dS} / \frac{dN_0}{dS} = \frac{P}{P_0} \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

SEY↑ при q/S↓, P↑, T↑

Коэффициент вторичной эмиссии для выбранного материала зависит от степени очистки.

Степень очистки зависит от плотности заряда чистящего электронного пучка, давления остаточного газа и температуры поверхности стенок вакуумных камер.

Ближайшие планы

1. Измерения изменения КВЭЭ от времени с пластин при чистящем электронном пучке (десорбция) и без него (абсорбция).
 - а) Сравнительные измерения при вакууме: $10^{-7} \div 10^{-9}$ Тор
 - б) Сравнительные измерения при температуры пластин-образцов: 300 °К, 500 °К
Экстраполировать полученные результаты на вакуум 10^{-10} Тор и температуру 10 °К
2. Измерения при вакууме 10^{-10} Тор и лучше с использованием криогенного насоса.
3. Отработка методик очистки поверхностей электронным пучком.
4. Работа с покрытиями другого состава: TiZrV, TiCN, TiZr
(сотрудничество с Госкорпорацией «Порошковая металлургия», г.Минск)



Спасибо за внимание