

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО КОММУТАТОРА С ОПТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

Н. Б. Волков, А. И. Липчак, И. С. Турмышев, Е. А. Чингина

Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда и Правительства Свердловской области, проект № 22-29-20058.

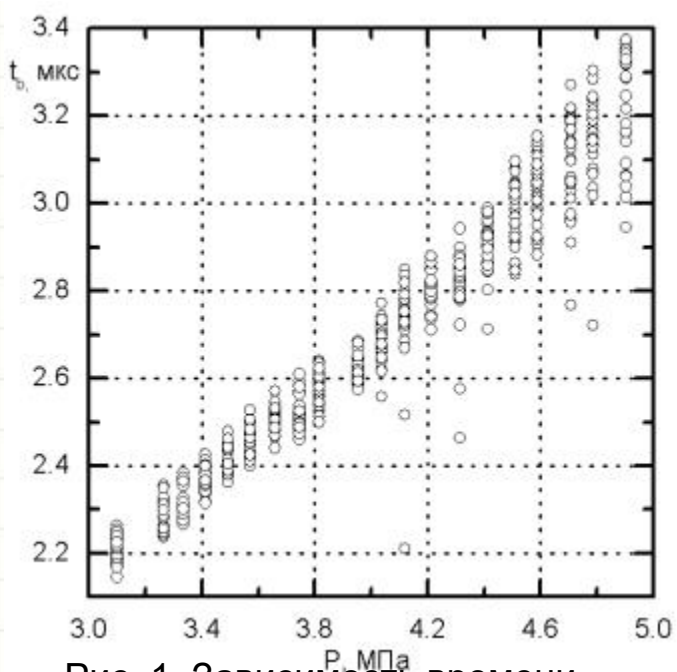


Рис. 1. Зависимость времени включения от давления

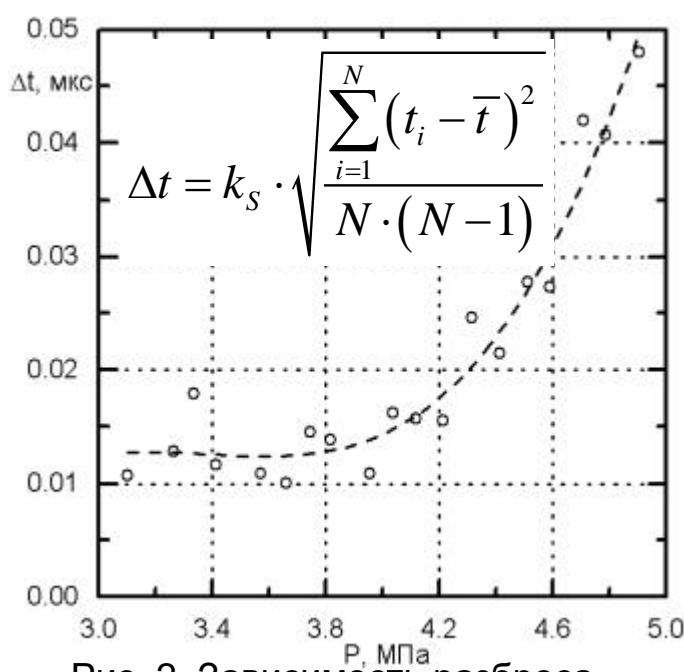


Рис. 2. Зависимость разброса включения от давления

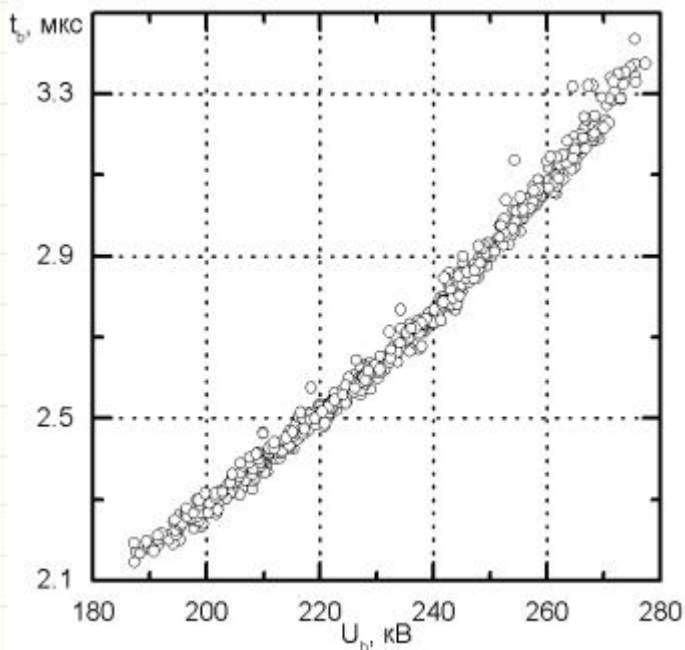


Рис. 3. Зависимость времени включения от напряжения

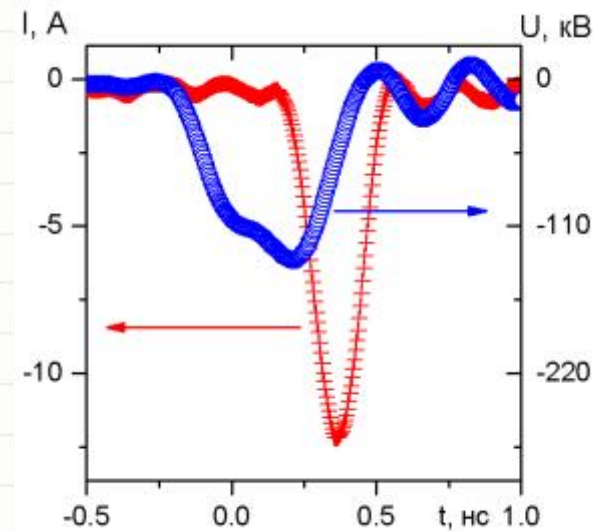


Рис. 4. Импульс напряжения и тока

Лазерный разрядник

Типичная нестабильность включения:

$P=40$ атм., $\Delta t=\pm 2$ ns [1];

$P=2.0$ атм, $\Delta t\sim 1$ ns [2];

$P=0.1$ атм, $\Delta t\sim 0.1$ ns [3].

1. Загулов Ф. Я. и др., ПТЭ., 1989, № 2, С. 146-149.

2. Pouncey J. C. et al, IEEE Trans. Plasma Science, 2020, V. 48, N 7, pp. 2531-2537.

3. Parkevich E.V. et al, Plasma Sources Sci. Technol. 2020 29 05LT03

Экспериментальная установка

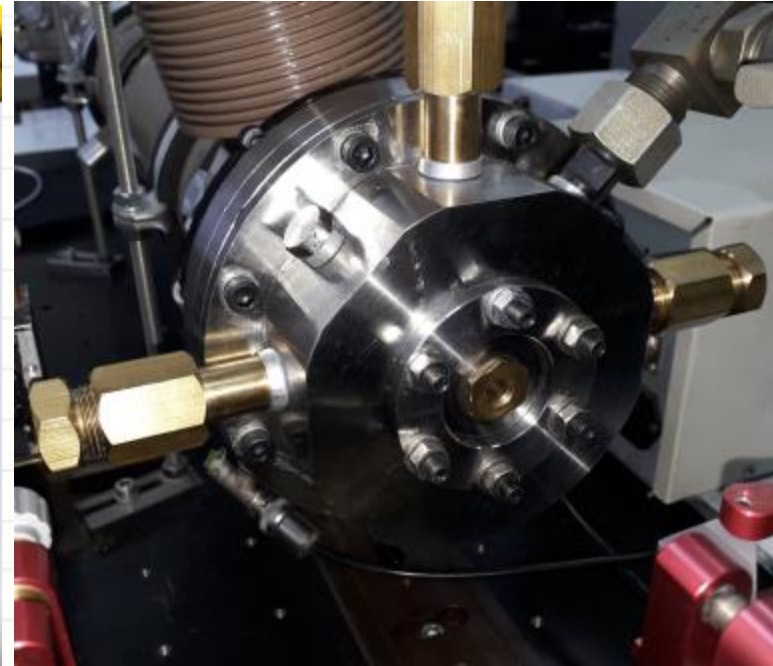
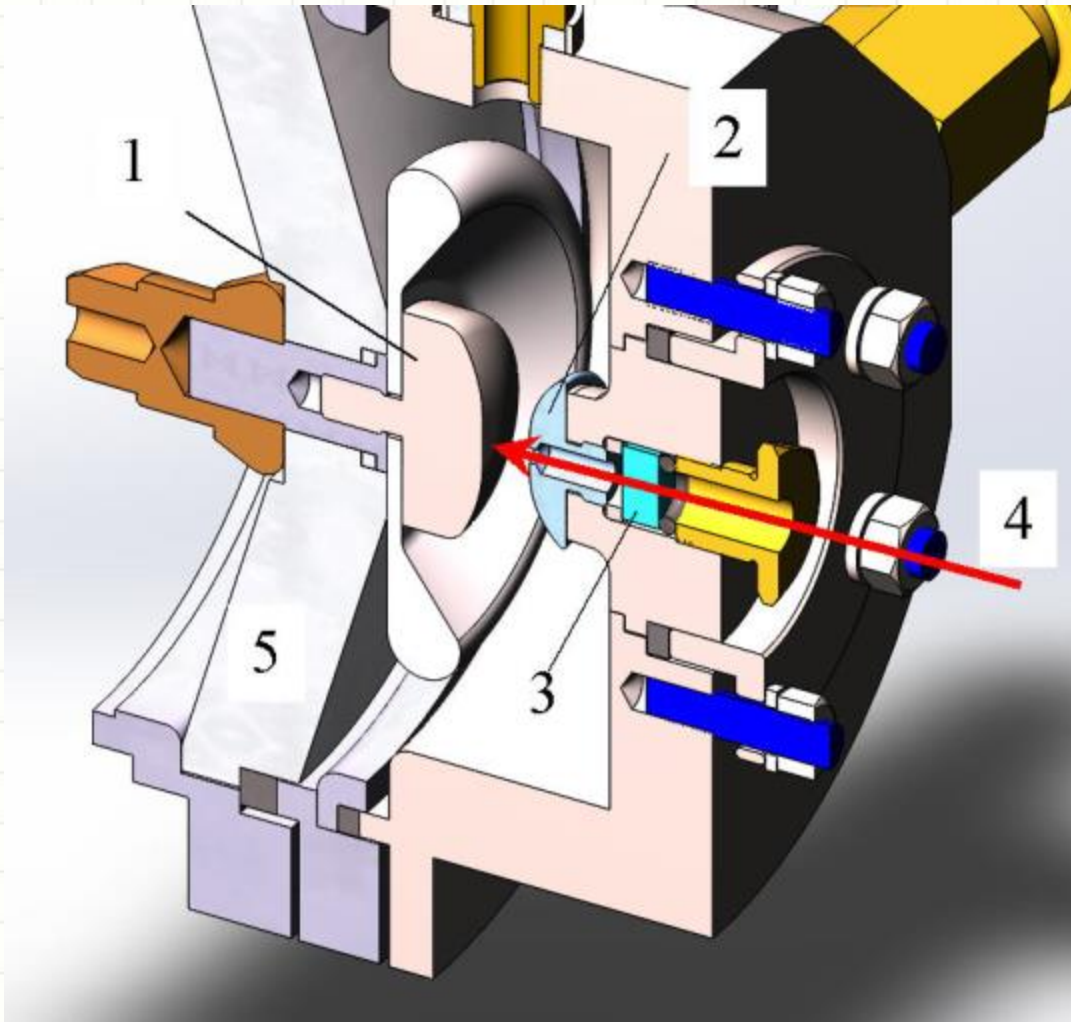


Рис 5. Лазерный разрядник:
1–анод, 2–катод, 3–окно,
4–лазерное излучение,
5–изолятор.

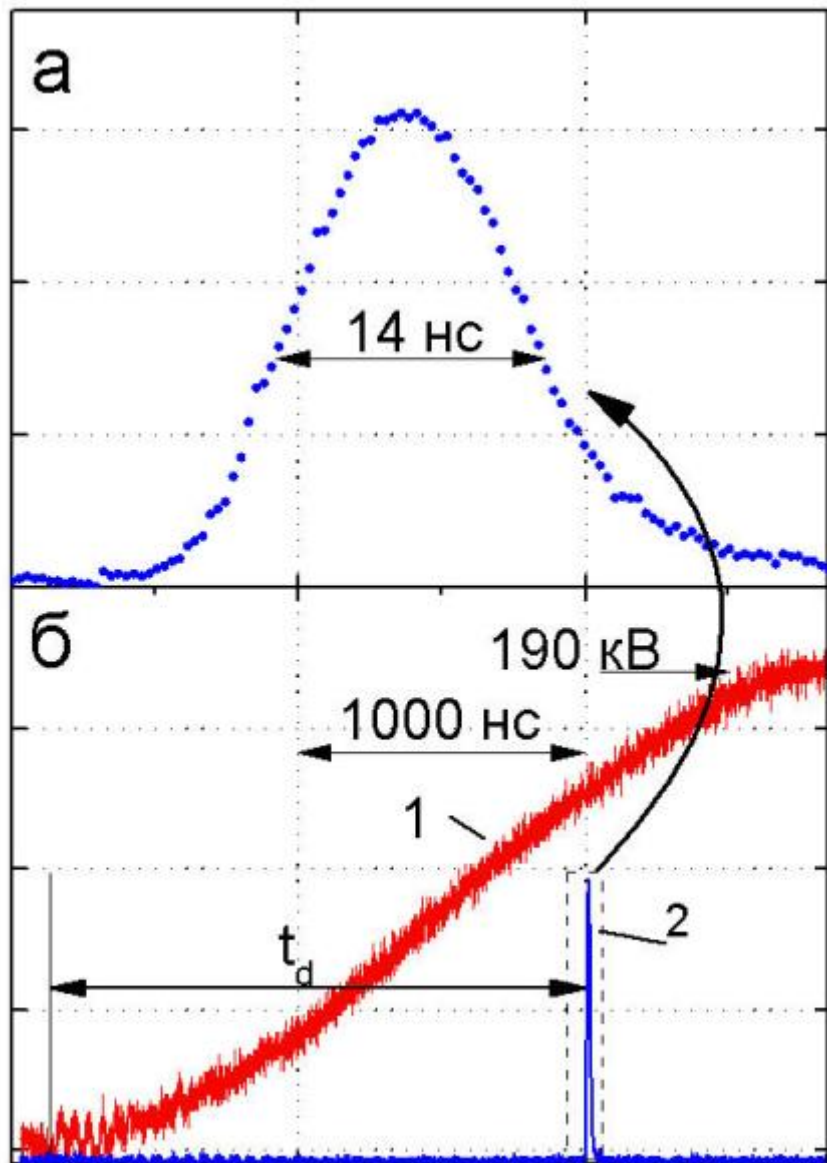


Рис. 6. Осциллограмма напряжения на разряднике, **режим самопробя**.

1 – напряжение заряда ДФЛ, 2– ЛИ, t_d – задержка подачи ЛИ.

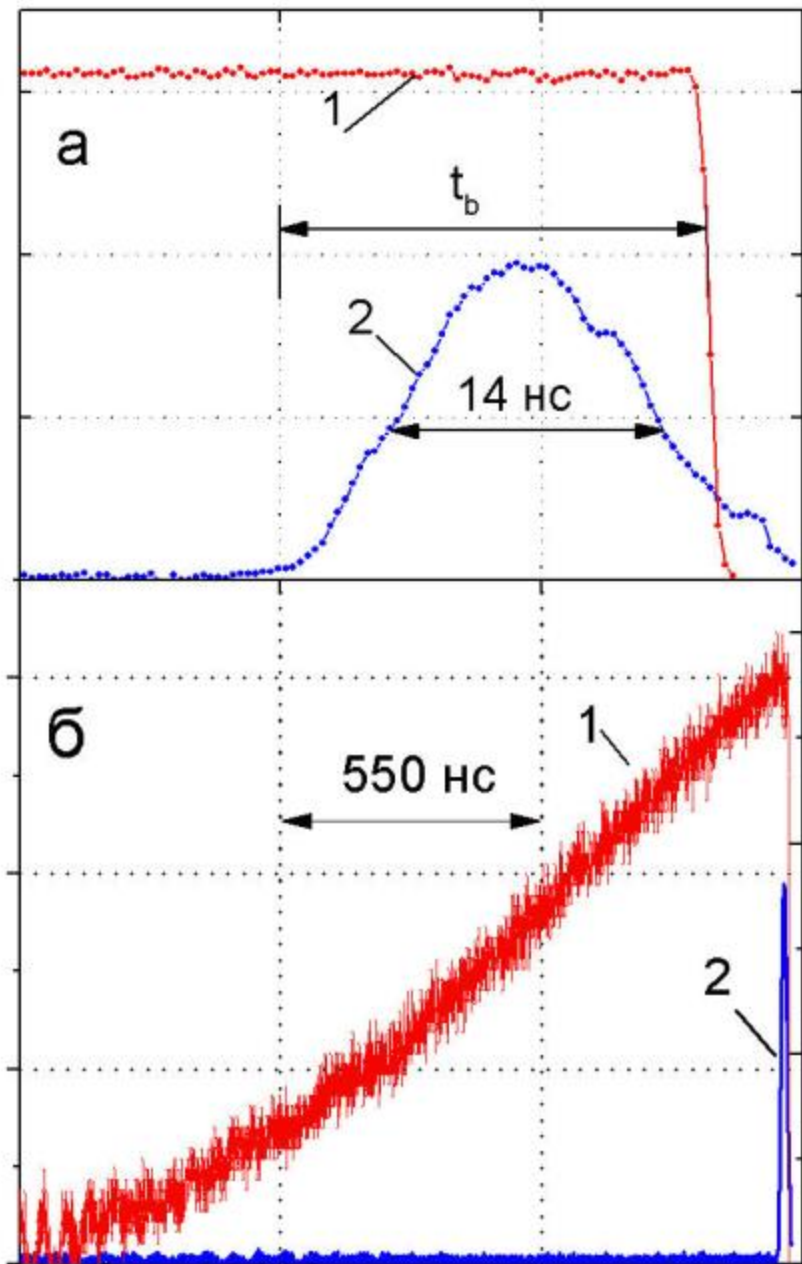


Рис. 7. Осциллограммы напряжения на разряднике, **режим с лазерным запуском**. 1 – напряжения заряда ДФЛ, 2 – лазерный импульс, t_b – задержка между началом лазерного импульса и пробоем.

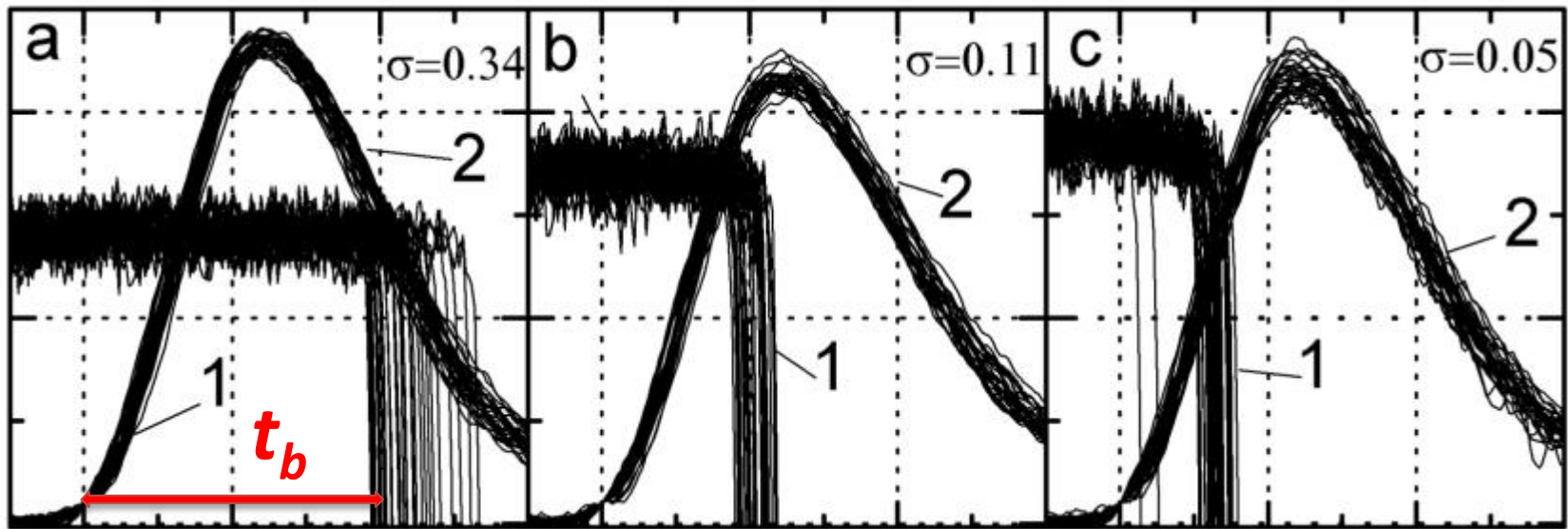


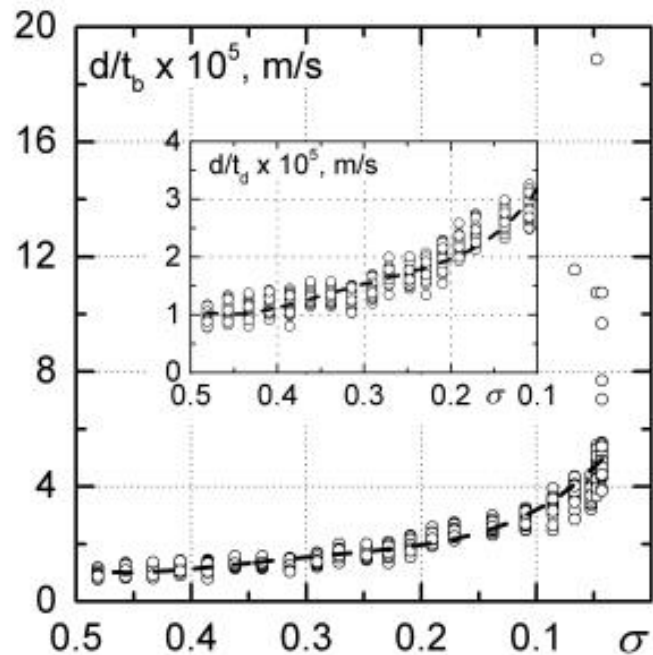
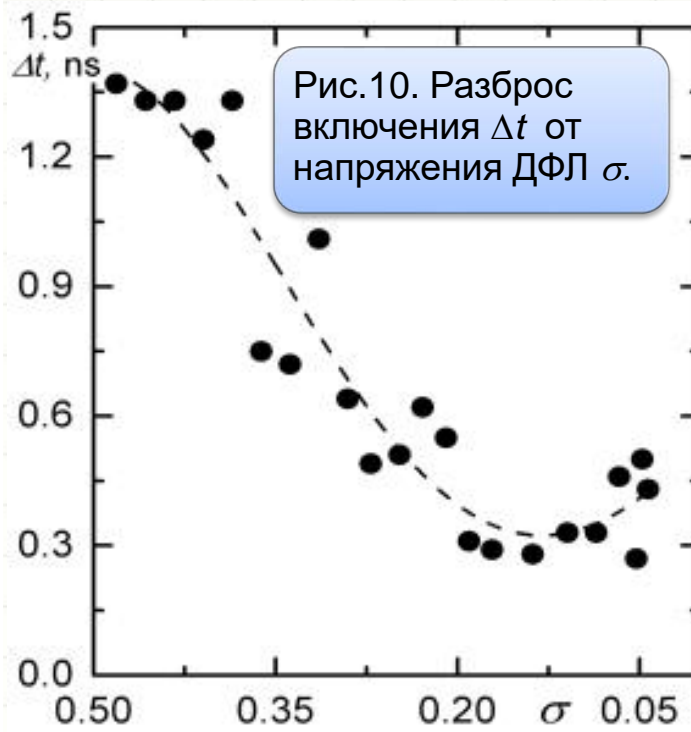
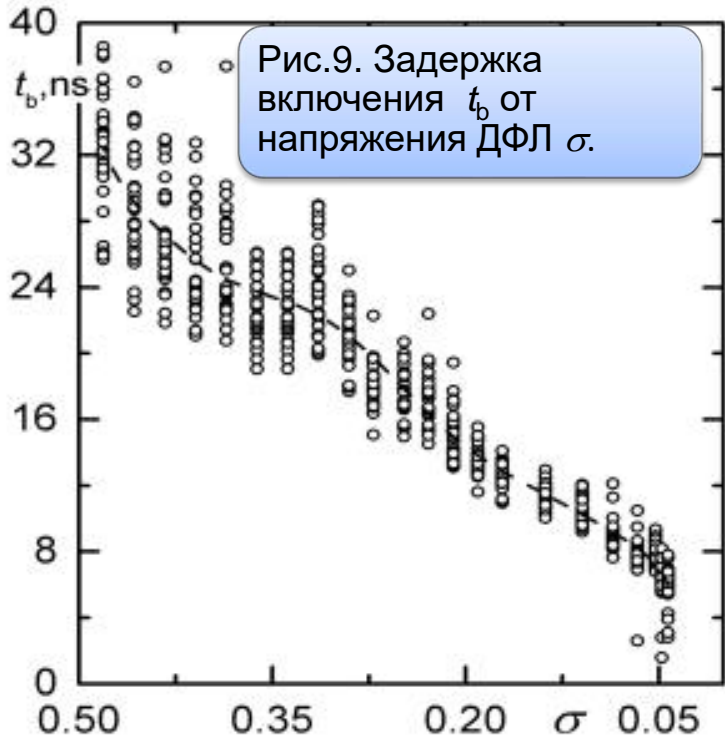
Рис.8. Задержка включения t_b в зависимости от приведенного напряжения σ :

1—напряжения заряда ДФЛ, 2—лазерный импульс, 10 нс на дел.

а) $\sigma=0.34$; б) $\sigma=0.11$; в) $\sigma=0.05$

$$\sigma = (U_s - U_b) / U_s,$$

U_b — напряжение включения,
 U_s — напряжение самопробоя



$V_m = 10^5 - 10^6 \text{ м/с}$

Рис.11. Зависимость средней скорости перекрытия разрядного промежутка от напряжения ДФЛ σ .

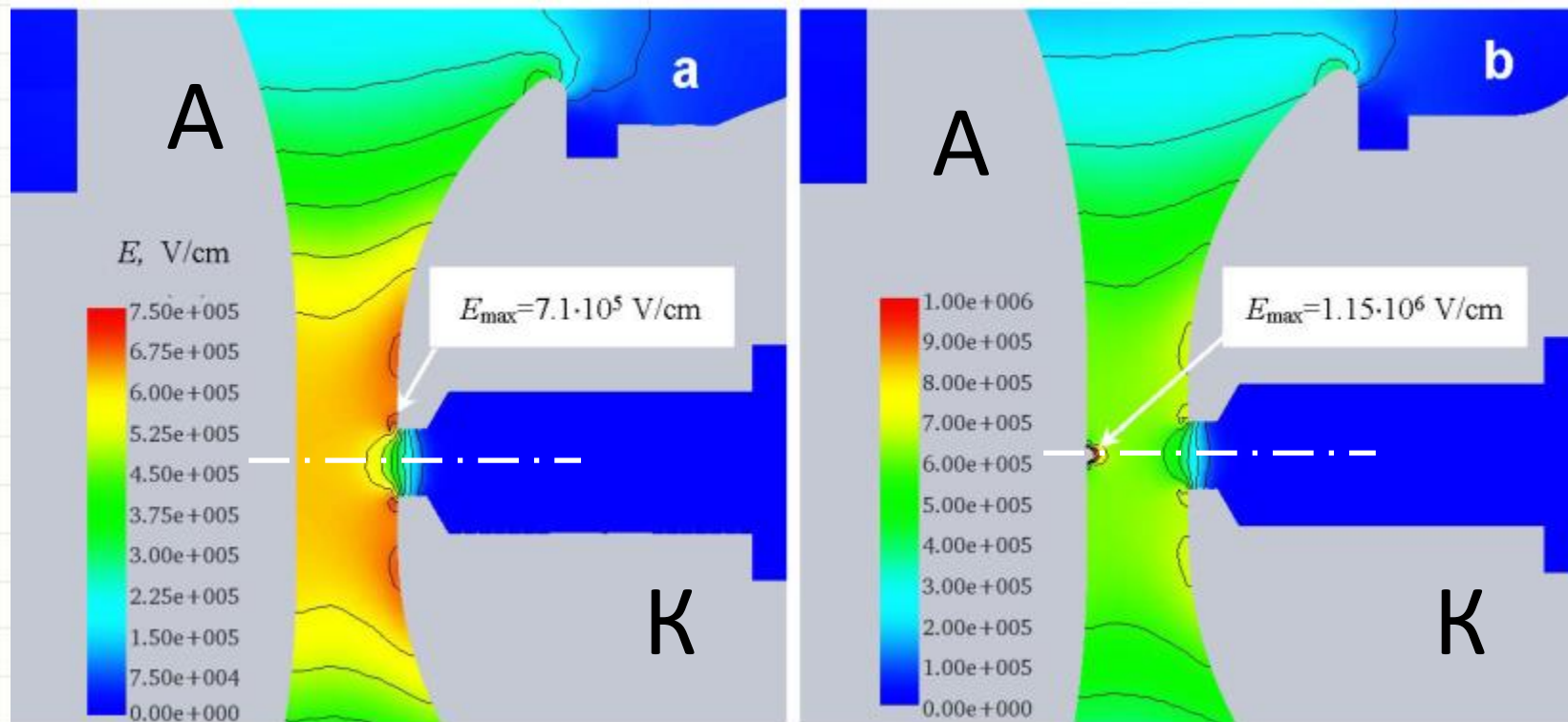


Рис.12. Расчет электрического поля: а - без плазмы, б - с лазерной плазмой $R=0.2 \text{ mm}$.

Оценки (Fe)

$$h = \lambda/2 = 5.32 \cdot 10^{-7}, \text{ м}$$

$$R_f = 10^{-4}, \text{ м}$$

$$V_s = \rho R_f^2 \cdot h = 1.7 \cdot 10^{-14}, \text{ м}^3$$

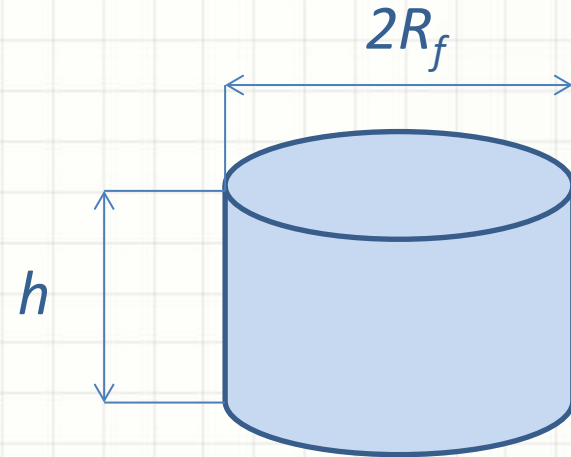
$$N_a = 1.4 \times 10^{15} \text{ аТ}$$

$$E_{imp} = 200 \text{ мДж} = 1.25 \cdot 10^{18}, \text{ эВ}$$

$$W_{pa} = E_{imp} / (N_a) = 890, \text{ эВ/аТ}$$

$$C_a \approx \sqrt{\frac{W_{pa}}{(\gamma-1)MA}} \approx 4.6 \cdot 10^4, \text{ м/с}$$

$$t_b = 65, \text{ нс}$$



Выводы

Получена субнаносекундная точность
включения



Спасибо за внимание