



ДИАГНОСТИКА СУБРЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ
КОЛЛЕКТОРНЫМИ ДАТЧИКАМИ С ПИКОСЕКУНДНЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Аспирант 1-го года обучения
Лаборатория электронных ускорителей

Е.А. Осипенко

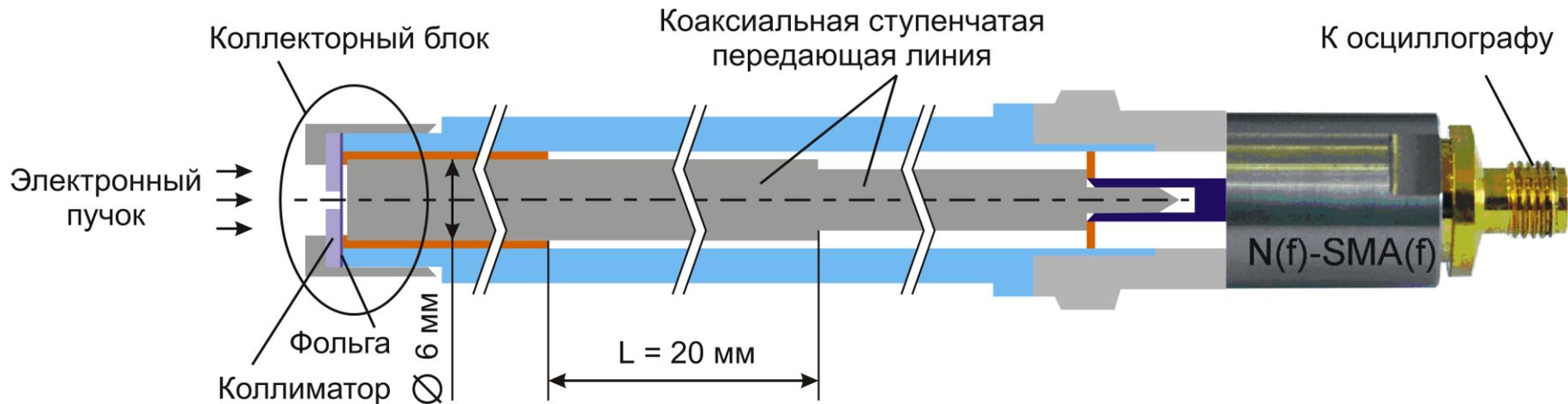
Екатеринбург 2023



Убегающие электроны – свободные электроны, ускоряемые в газе внешним электрическим полем большим некоторого значения так, что приобретенная ими энергия между столкновениями с молекулами превышает потери энергии при неупругих столкновениях (возбуждение и ударная ионизация молекул).

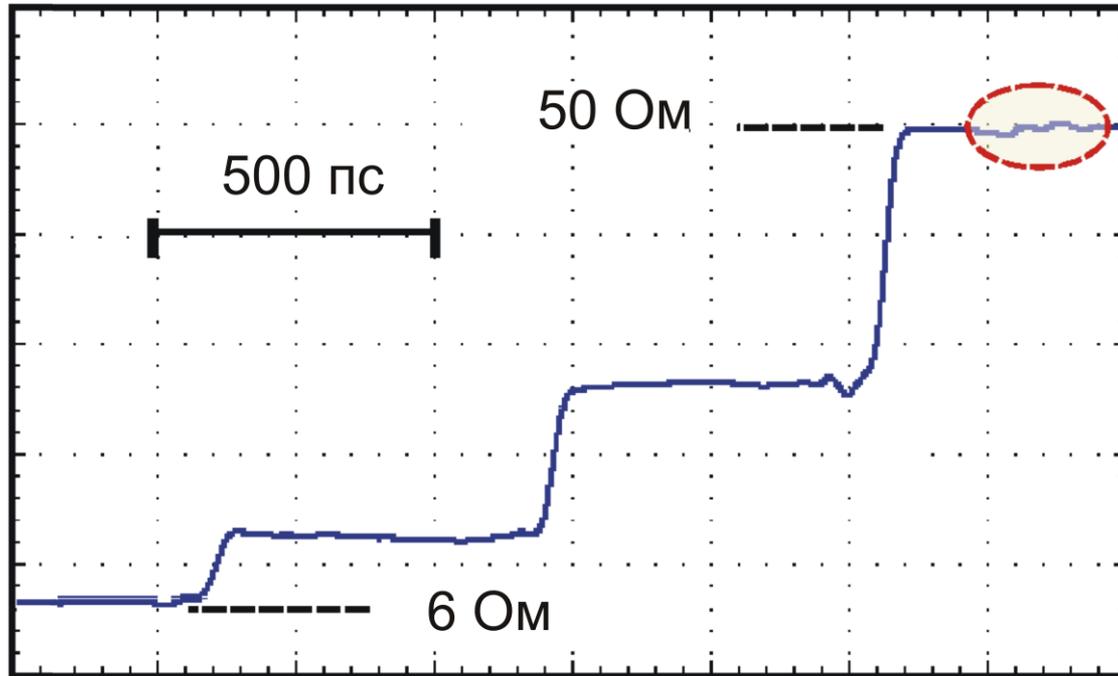
Убегающие электроны (УЭ) появляются на фронте импульса напряжения, когда на границе прикатодных плазменных образований макроскопическое электрическое поле E достигает некоторого критического значения и представляют собой расходящиеся потоки, которые могут быть сфокусированы внешним магнитным полем в параксиальный пучок с поперечным размером порядка миллиметра. Длительность тока УЭ – пикосекунды – определяется быстрым увеличением размеров плазмы за счёт ударной ионизации газа, сечения которой большие у катода, где электроны ещё не набрали энергию.

Цель работы: Усовершенствование методов регистрации электронных пучков пикосекундной длительности.

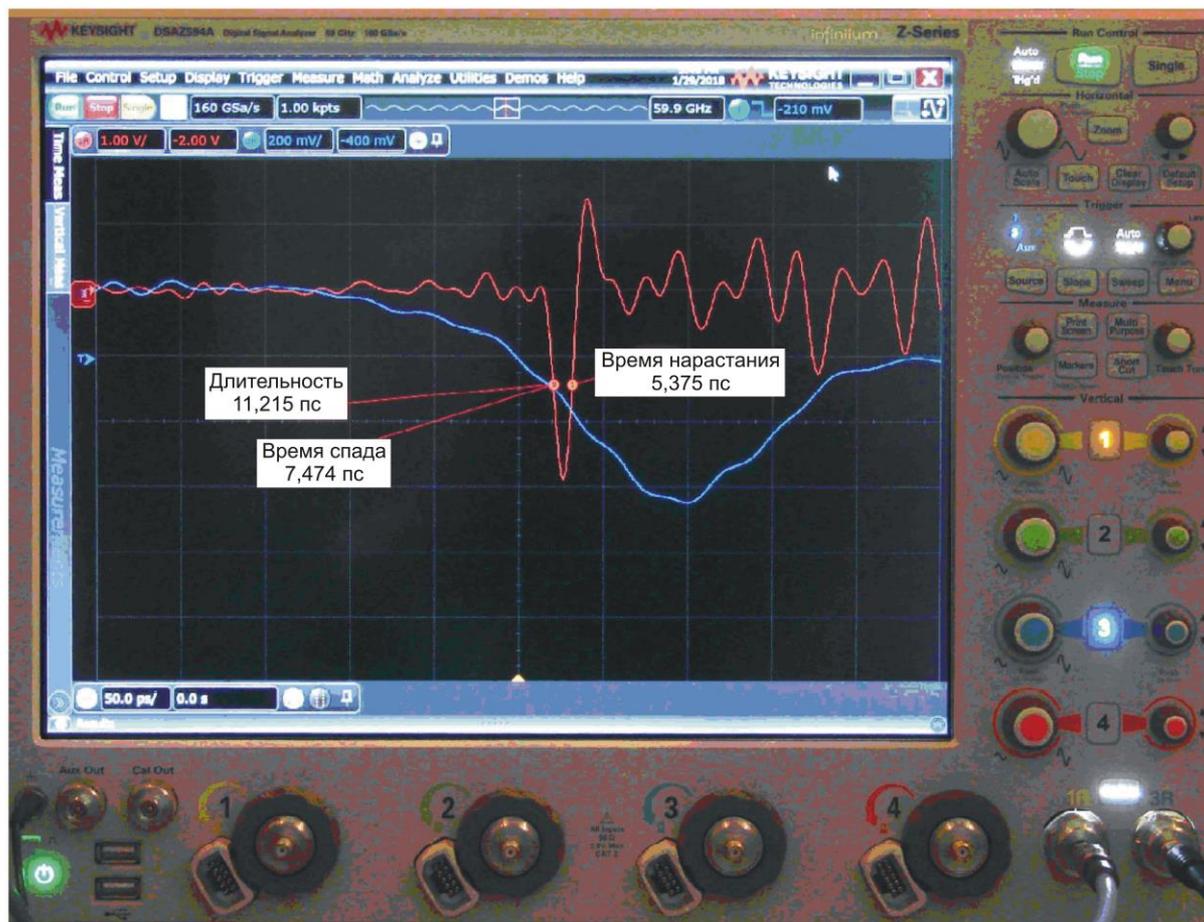


Конструкция и внешний вид датчика тока УЭ

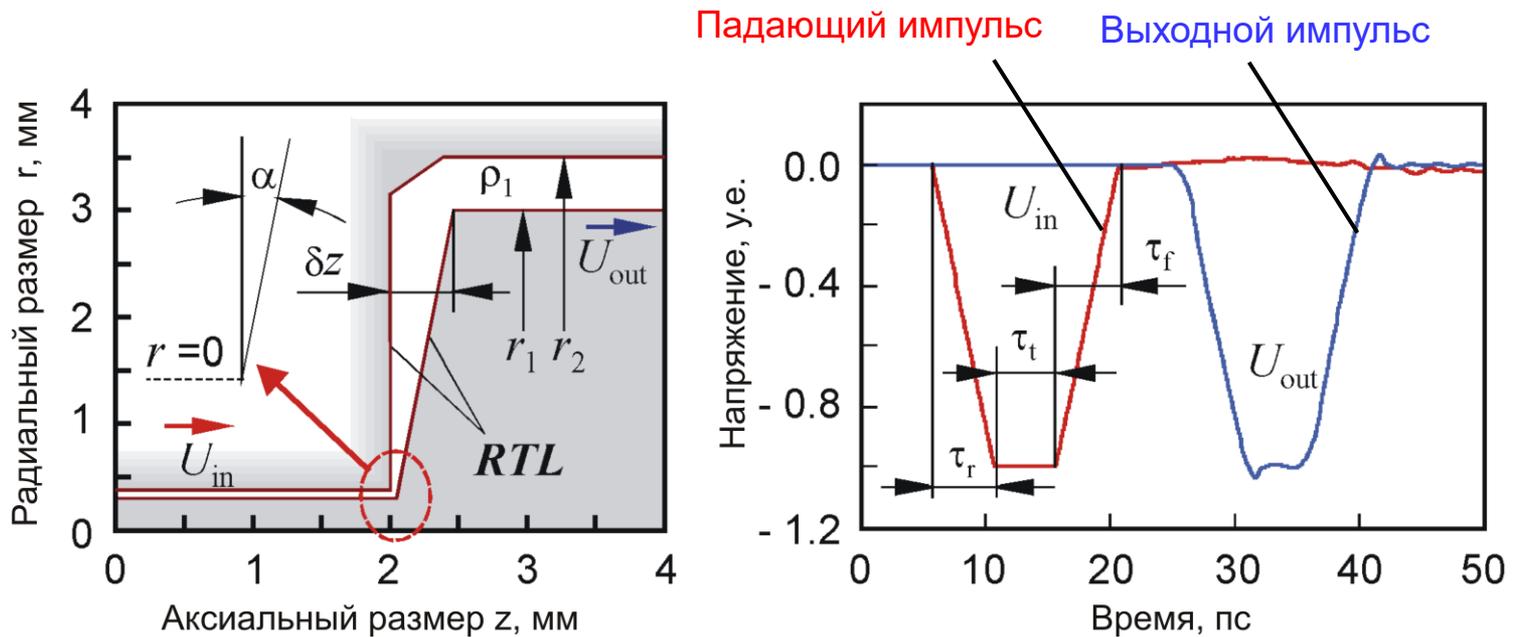




Рефлектограмма тракта датчика тока



Осциллограммы ускоряющего напряжения и токового сигнала датчика



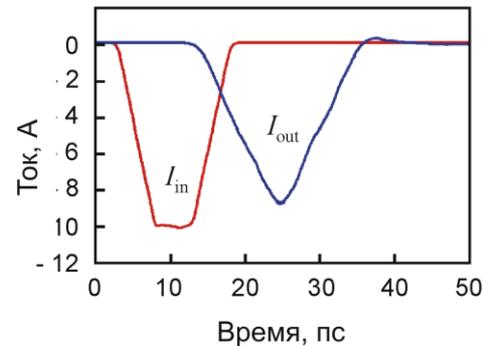
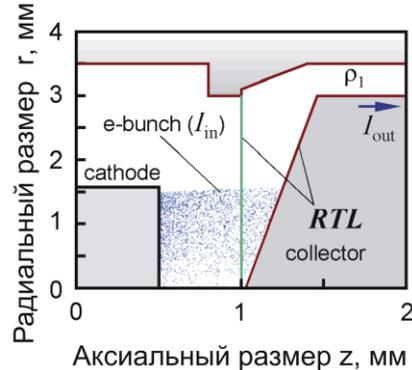
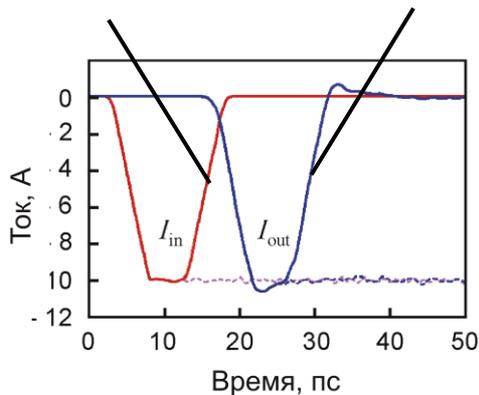
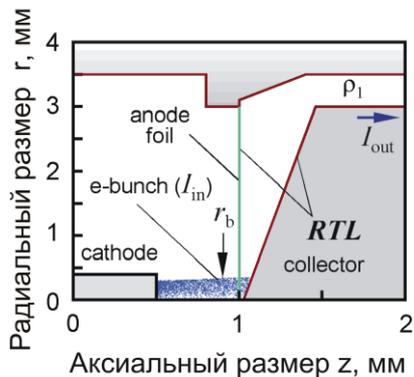
Модель-прототип согласованного перехода между коаксиальными линиями
равного импеданса с перепадом диаметров в 10 раз

$$\rho_1 = 60(\epsilon_1)^{-0.5} \ln(r_2/r_1)$$

$$\rho_r = 60(\delta z/r_1) = 60 \operatorname{tg}(\alpha)$$

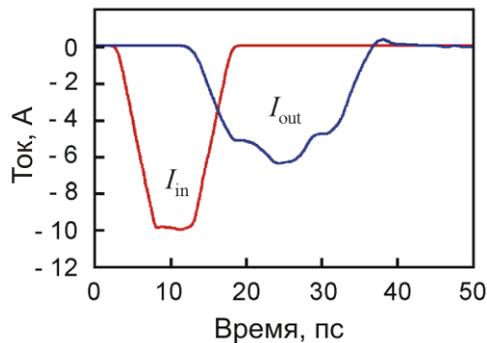
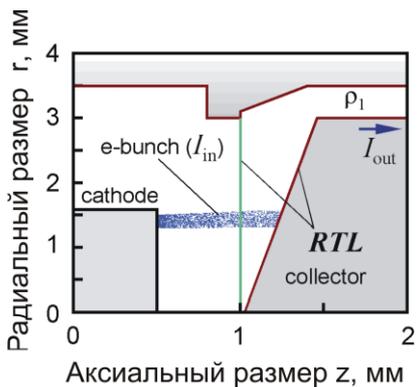


Ток пучка Ток в линии датчика

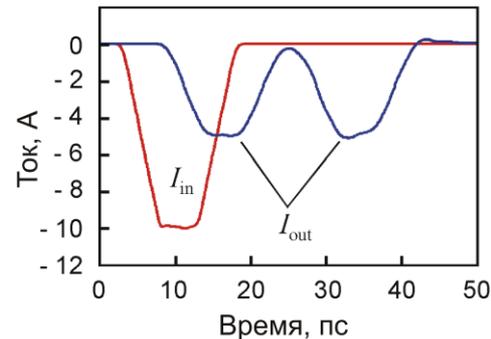
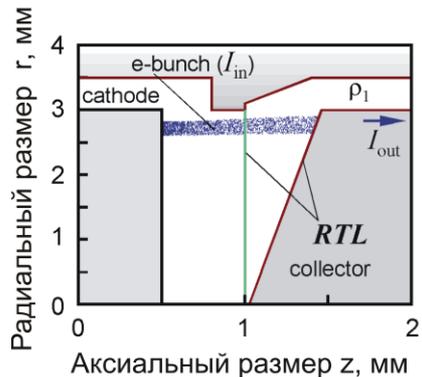


Параксиальный пучок

Сплошной пучок

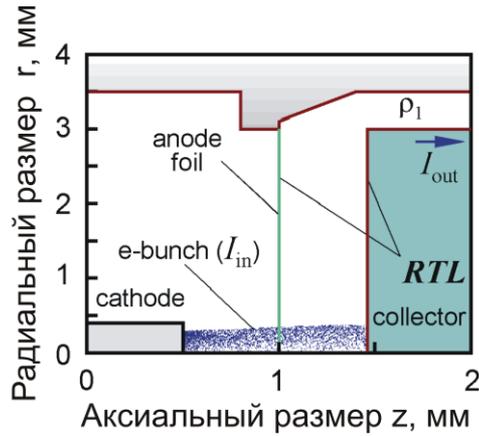


«Тонкий» трубчатый пучок

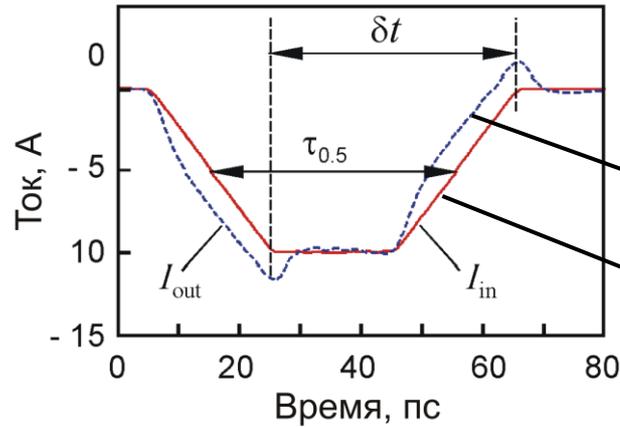


Широкий трубчатый пучок

ДАТЧИК С ПЛОСКИМ КОЛЛЕКТОРОМ



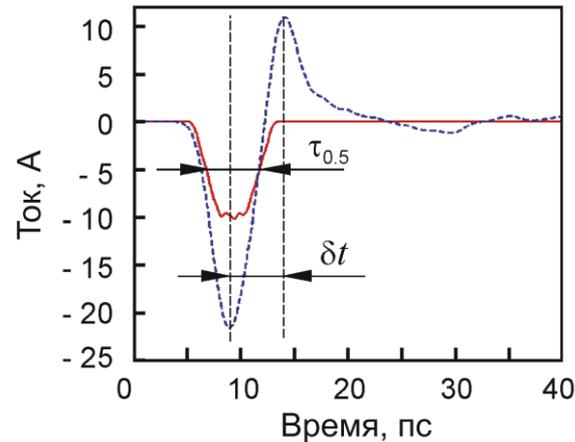
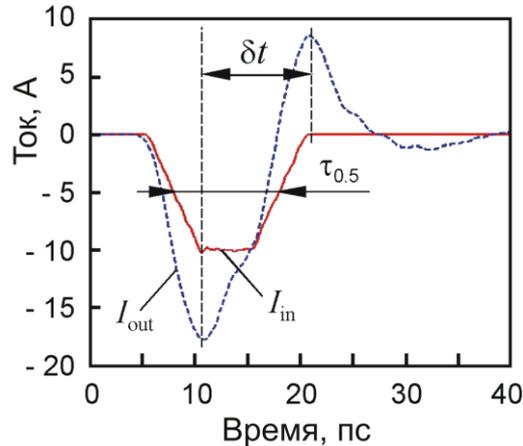
Геометрия задачи



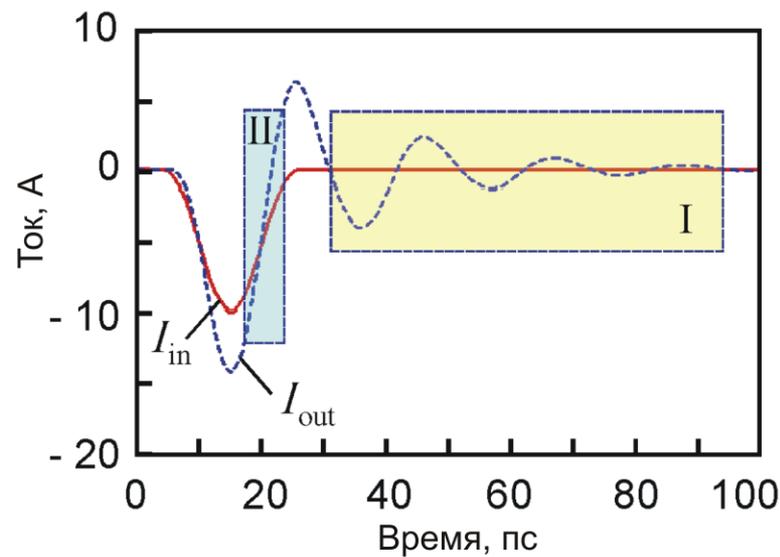
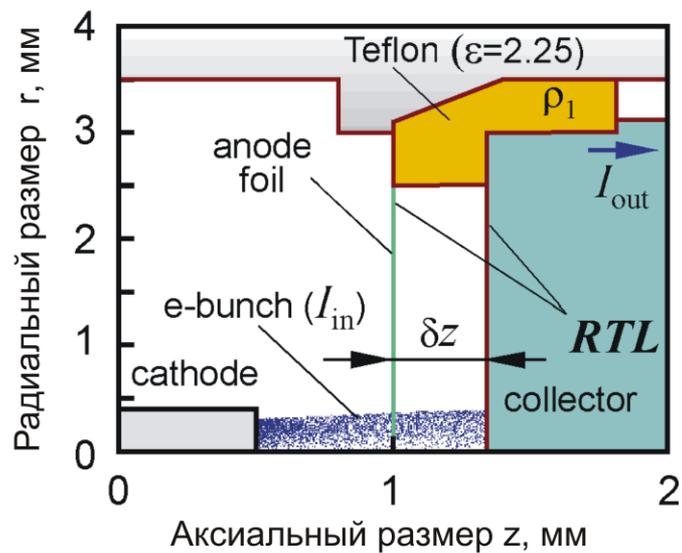
Длинный импульс

Ток в линии датчика

Ток пучка



Короткие симметричные импульсы



Геометрия коллекторного узла с изолятором, ток пучка и сигнал-отклик с отражениями



Сконструирован коллекторный датчик тока с переходной характеристикой порядка 10 пс.

Разработан метод, позволяющий за один импульс тока определить длительность и амплитуду тока электронов.

С помощью численного моделирования уточнены критерии выбора датчика тока при регистрации электронных пучков пикосекундной длительности.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!