

**В.С. Сысоев¹, Ю.А.Кузнецов¹,
Д.И.Сухаревский¹, М.Ю.Наумова¹, Н.М.Лепехин¹
Л.М.Макальский², А.В.Кухно²**

1 Российский Федеральный Ядерный Центр-ВНИИ технической физики им. академ. Забабахина,
ВНИЦ 900, г. Истра, РФ

2 НИУ Московский энергетический институт (ТУ), Москва
: v.s.sysoev@vniitf.ru

Радиоизлучение

лавино-стримерного разряда



Параметры разряда стримерной формы	Длина	Скорост ь	Ток, время	Электр. поле в промежутке	Промежуток
Источник стримеров					
1. Молниевый разряд (стримерная зона лидера молнии)	10 – 100 м	более 100см/мкс	Сотни А, сотни мс	до 3 кВ/см	промежуток грозовое облако - земля
1. Искровой пробой длинных воздушных промежутков положительной полярности (стримерная зона лидера)	1-10 м	10-100 см/мкс	Ток лидера 0,1- 5 А, 0.1-10 мс	5 кВ/см	промежуток стержень- плоскость
1. Разряды с заряженного водного аэрозоля (модель грозовой ячейки)	0,5 ÷ 5 м	10÷100 см/мкс	0,1÷1 А 1-50 мкс	до 15 кВ/см	промежуток заряженный аэрозоль - плоскость
1. Факельный (лавино-стримерный) коронный разряд	1 – 15 см	10- 20 см/мкс			Провод – плоскость



а)



б)



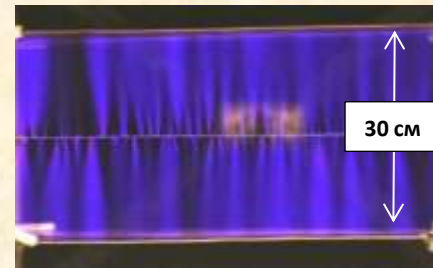
1. молниевый разряд



2. Длинная искра



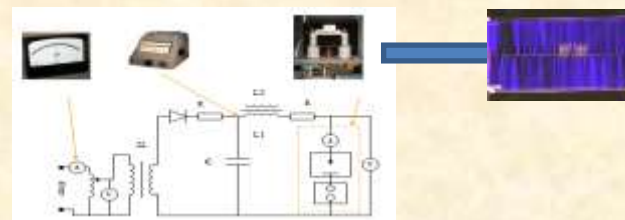
3. Модель грозовой ячейки



4. Лавино-стримерный разряд



U до 6 МВ



U до 1,5 МВ

Напряжение (+)

Ток (со стабилизацией)

Частота следования

0 - 20 мА

0 - 50 кВ

0,5 - 200 кГц

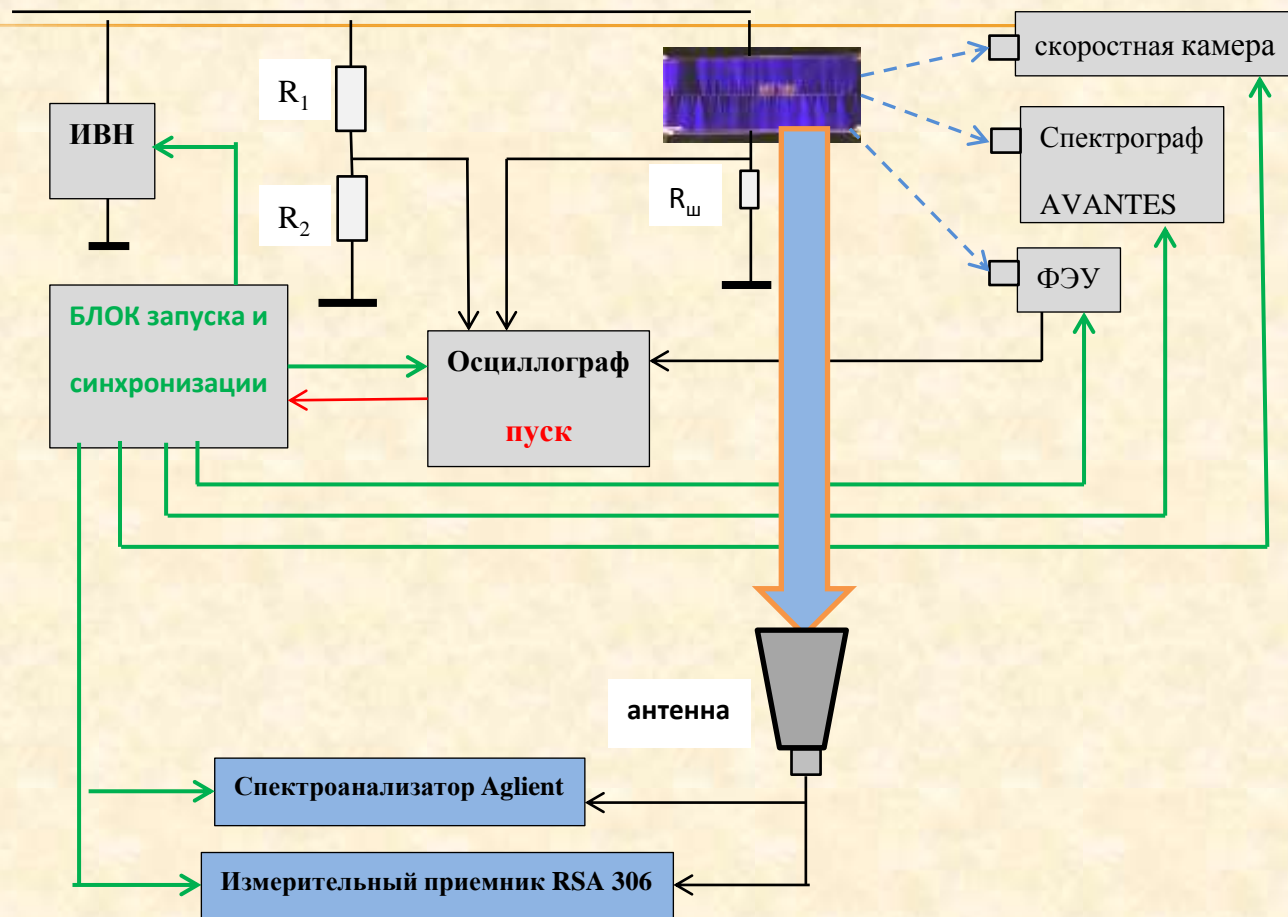
Длина области разряда

до 30 см



Комплекс измерительной электрической, оптической и радиоприемной аппаратуры

Рис. 2 Блок - схема экспериментальной установки



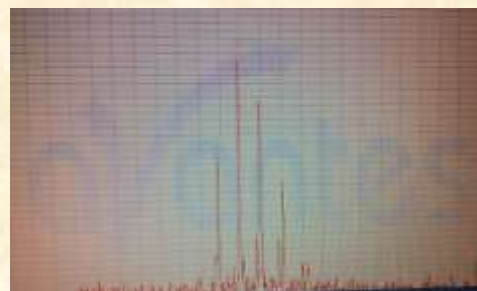
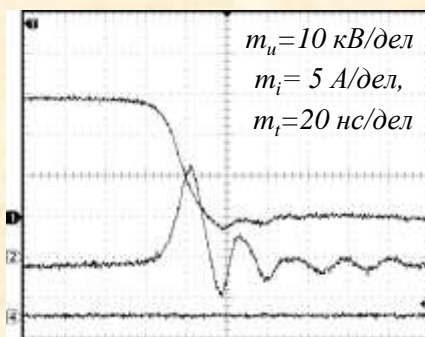
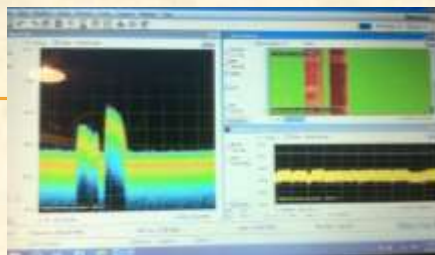


Рис.3. а) -электрические параметры

б) -оптический спектр стримерного разряда



Приемник RSA 306

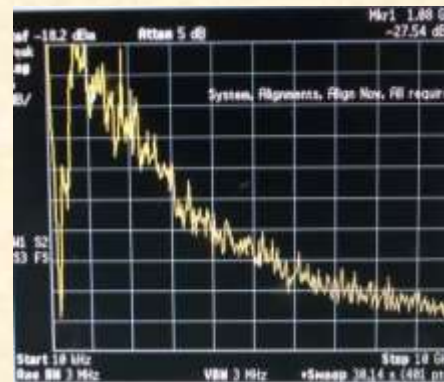
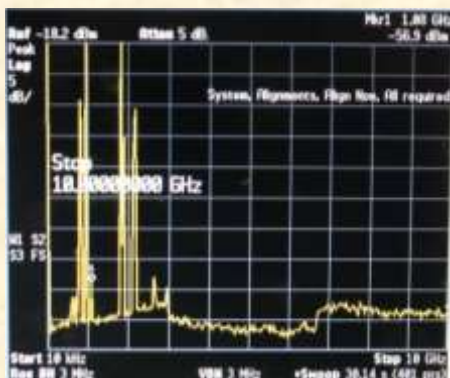
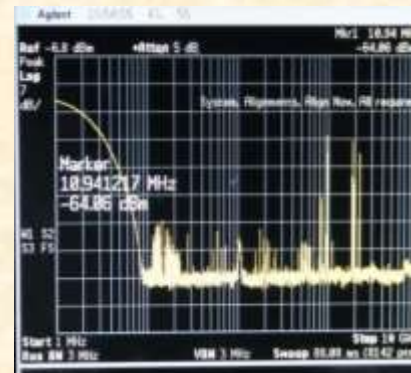
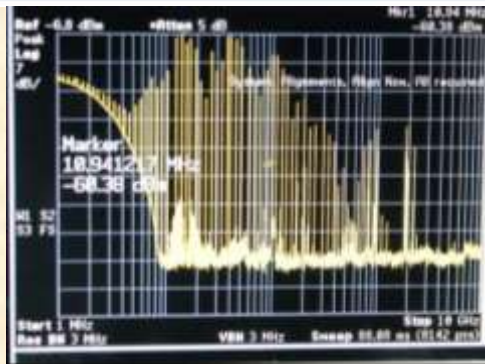
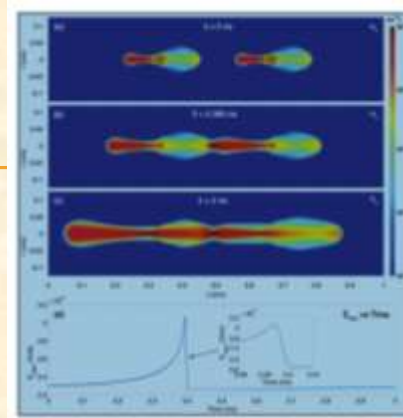
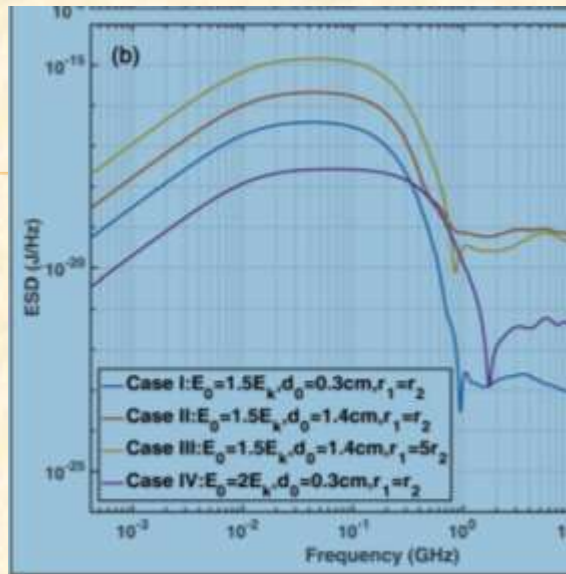


Рис.4. Спектроанализатор Agilent. -а) фоновое излучение и собственные шумы б) -радиоизлучение лавино-стримерного разряда



Сравнение расчета [3]. и эксперимента

фоновое излучение

[3]. Feng Shi, Ningyu Liu, Joseph R.Dwyer, Kevin M.A.Ihaddadene. VHF and UHF Electromagnetic Radiation Produced by Streamers in Lightning. Doi:10.1029/2018GL080309



$$E = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{l}{r} \frac{dI}{dt}$$

l - ток разряда

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ - магнитная проницаемость вакуума,

l - длина диполя, т.е. длина разрядного промежутка,

r - расстояние от стримерного канала до точки наблюдения

[2]. Болотов В.Н., Ткач Ю.В. // Электромагнитные Явления, 2003, Т.3, № 2 (10), С.236÷255.

Заключение:

1. Создана лабораторная установка, позволяющая проводить экспериментальные исследования радиоизлучения стримеров различной длины синхронно с данными об электрических и оптических параметрах стримеров.
2. Получены первые экспериментальные результаты о радиоизлучении стримеров длиной до 15 см (импульсно-периодический разряд
3. Полученные данные сравнивались с теоретическими моделями, известными из литературы. Получено качественное согласие.

Литература

1. В.С.Сысоев, Ю.А.Кузнецов, М.У.Булатов и др. Экранирующее воздействие плазмы электрического лавино-стримерного разряда на электромагнитное излучение в СВЧ диапазоне. XIII Международная конференция «Забабахинские научные чтения». 20÷24 марта 2017г., Снежинск, Челябинская область, Россия, 3-42, с.145÷146.
2. Болотов В.Н., Ткач Ю.В. // Электромагнитные Явления, 2003, Т.3, № 2 (10), С.236÷255.
3. Feng Shi, Ningyu Liu, Joseph R.Dwyer, Kevin M.A.Ihaddadene. VHF and UHF Electromagnetic Radiation Produced by Streamers in Lightning.
Doi:10.1029/2018GL080309

Спасибо за внимание

