

Моделирование образования сверхкоротких  
атмосферных разрядов под действием космических  
лучей  
Обзорный доклад

Зелёный Михаил

Институт ядерных исследований РАН г. Троицк

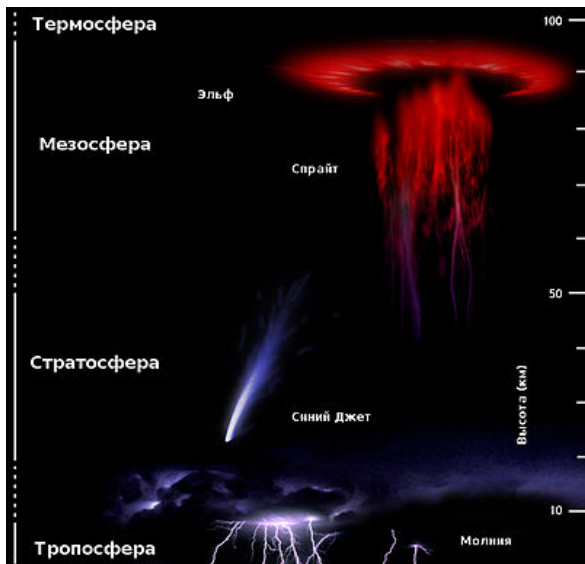
28 апреля 2017 г.



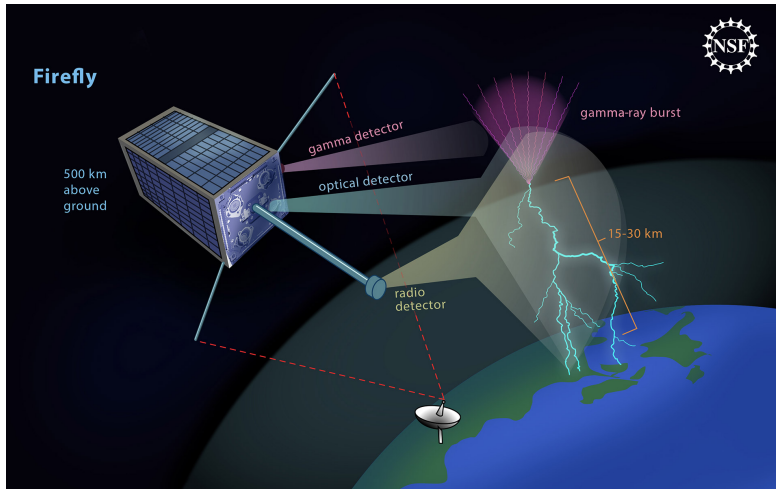
Френкель Я. И.



Имянитов И. М.



# Terrestrial $\gamma$ -ray flash (TGF)



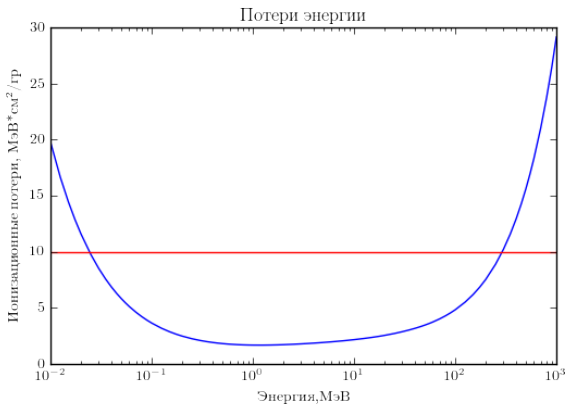
# Нейтроны

С энергией от тепловых до нескольких МэВ.

## Работы:

- Shah G.N.//Nature[1985]
- Chilingarian A, //Phys. Rev.[2010]
- Более полный список в диссертации Дроздова А.Ю.

# Пробой на убегающих электронах



# Образование положительной обратной связи

## Физические процессы

- Высокоэнергетичные: ионизация, тормозное излучение, распространение гамма-квантов...
- Низкоэнергетичные: рекомбинация, прилипания, рассеяние на атомных уровнях, характеристическое излучение...

## Возможные механизмы

- Обратное распространения гамма-квантов?
- Разворот электронов?
- Цепочка гамма-электронных столкновений?
- Транспорт гамма-квантов в слоистых полевых структурах?
- Позитроны???

# Geant4 low energy

## PENELOPE

- Пороги рождения частиц  $\sim 10$  КэВ
- Более полный набор взаимодействия

## Livermore

- Более низкие пороги (до  $\sim 5$  эВ)
- Нестабильная работа, обнаружены ошибки при трекинге



# Прохождение электронов в газе

## Рекомбинация

- Неясен доминирующий механизм
- В электрических полях считается малой, но нет количественного описания
- Неизмерены сечения в нужных диапазонах

Имеются противоречивые данные по гасящим способностям газов

Спасибо за внимание