



Russian Academy of Sciences
Institute of Electrophysics
Physical electronics Laboratory

Влияние неоднородного электрического поля на динамику электронов в субнаносекундных разрядах сверхвысокого давления

*Аспирант первого года обучения
Мамонтов Юрий (совместно с
к.ф.-м.н. Лисенковым В.В.)*

*Руководитель:
к.ф.-м.н. Уйманов И.В.*

Предпосылки к работе:

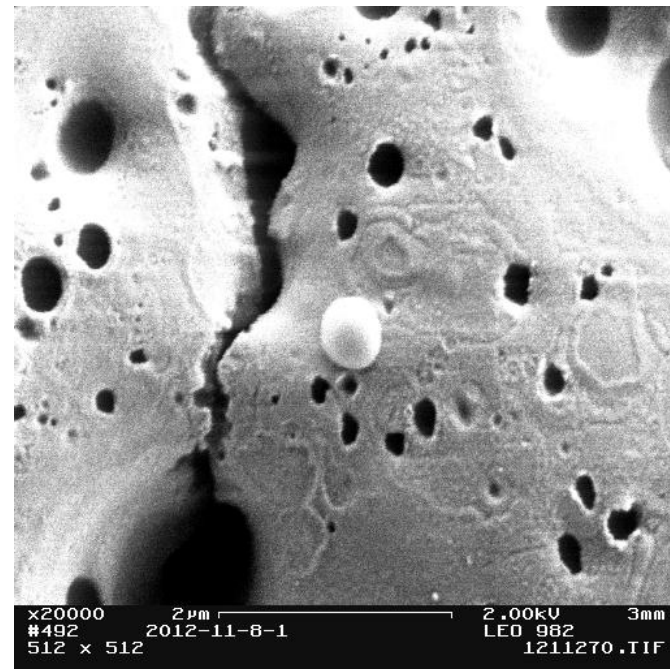
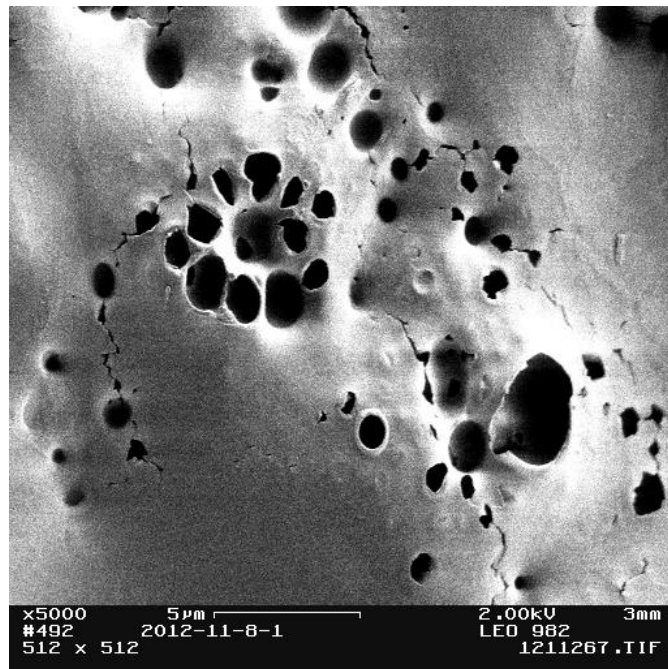
- Обнаружение генерации убегающих электронов при давлениях вплоть до 40 атм*
- Предположение о большой роли микрогеометрии катода в переходе электронов в режим убегания при сверхвысоких давлениях
- Невозможность проведения оценок с помощью комбинированных гидродинамических моделей

Цель работы — численное моделирование процесса развития электронной лавины при различном давлении в неоднородном поле

Микрофотографии* поверхности катода

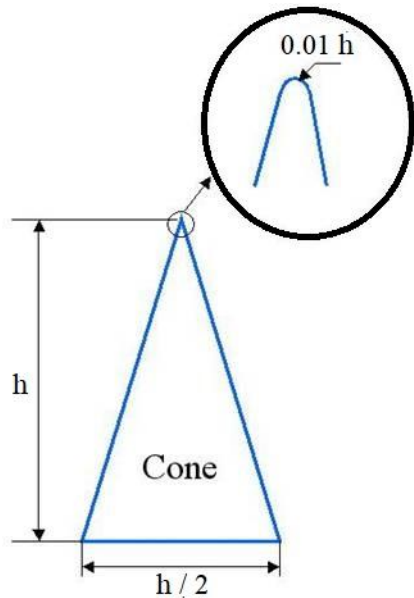


«Традиционное»
представление
о микрорельефе
поверхности
металла

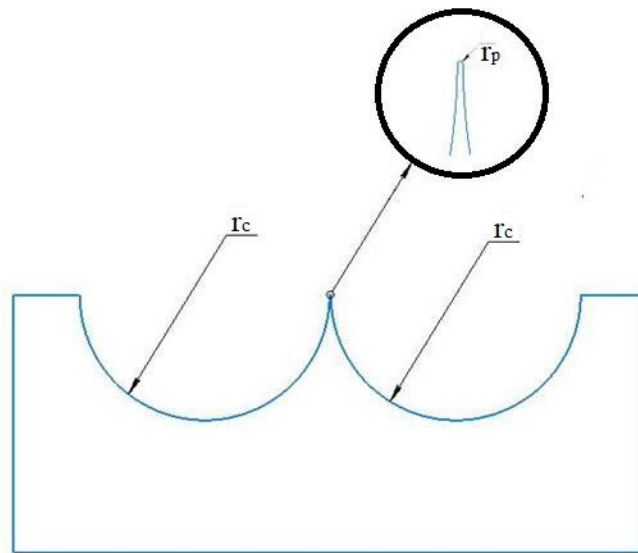


*Фотографии выполнены Тимошенковой О.Р., предоставлены Ивановым С.Н.

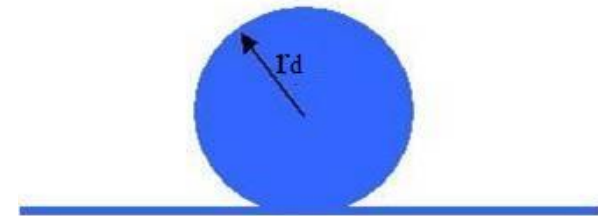
Идеализация структур на поверхности катода



Микроострие

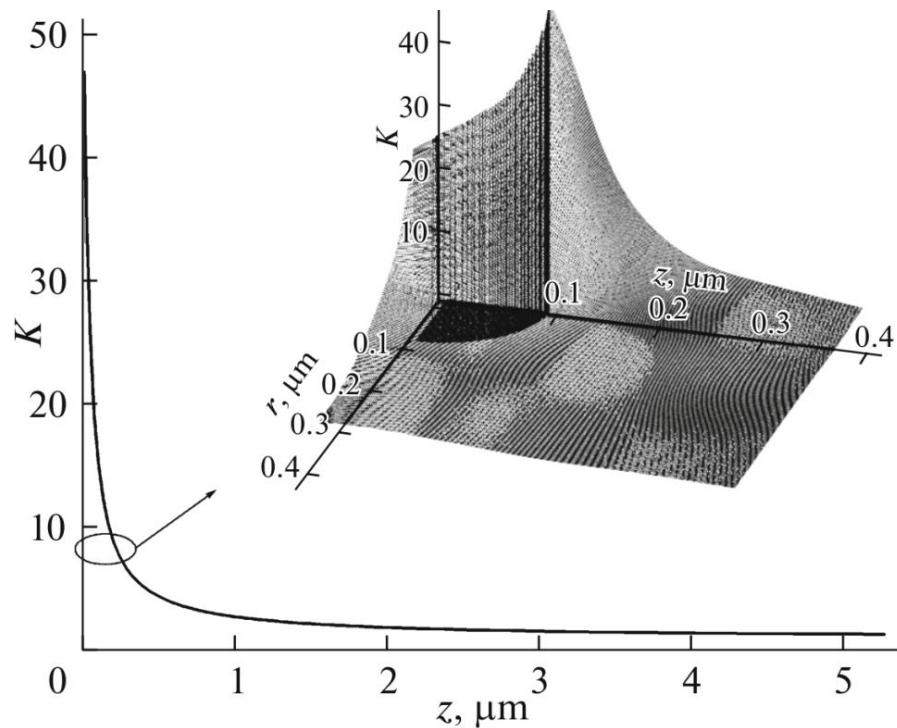


Перемычка



Капля

Физическая модель*



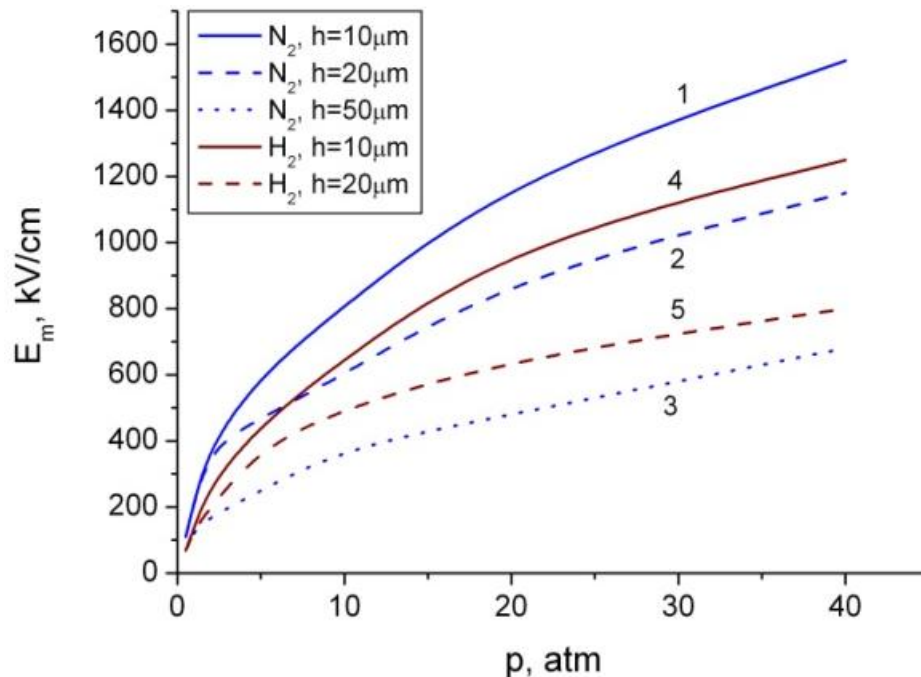
**Картина усиления
электрического поля
вблизи микроострия,
 $h = 10$ мкм
(программный модуль
ANSYS)**

* Данные по сечениям процессов взаимодействия:

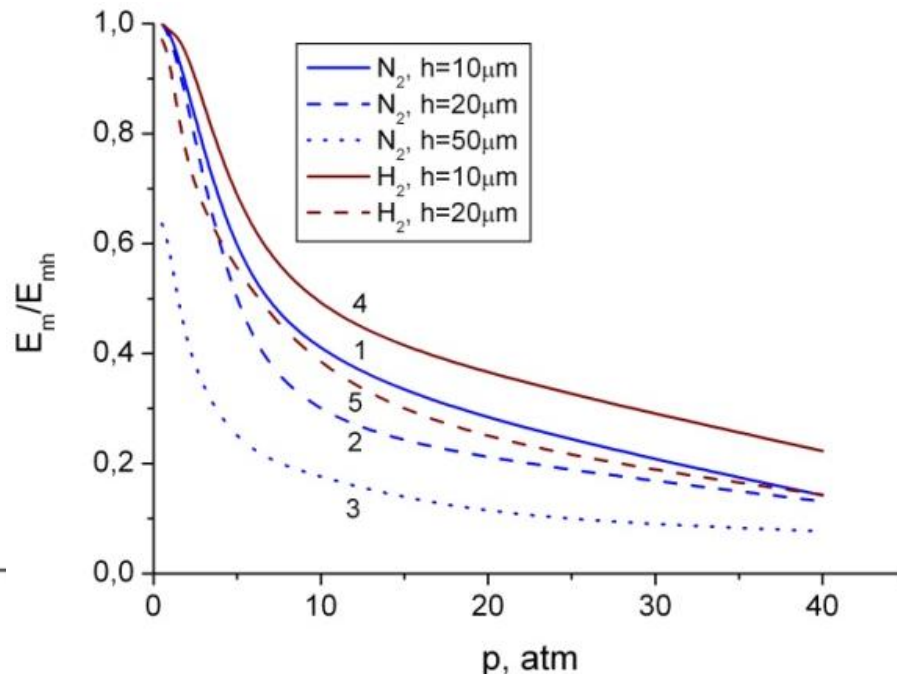
Cartwright D.C., Trajmar S., Chutjian A., Williams W. // Phys. Rev. A, 1977. - Vol. 16, No. 3. - P. 1041.

Itikawa Y. // J. Phys. Chem. Ref. Data, 2006. - Vol. 35, No. 1. - P. 31.

Результаты МК-моделирования (микроострие)

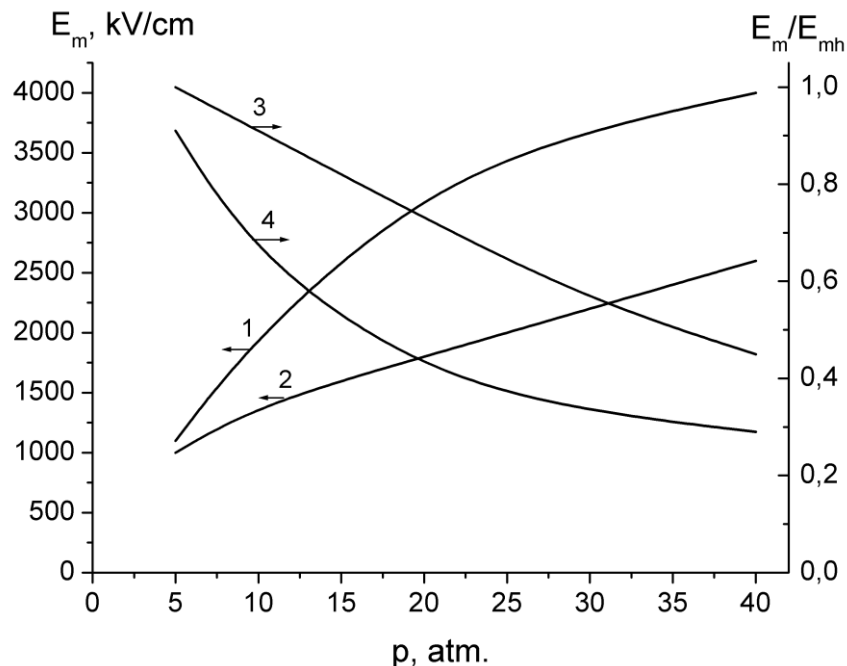


Порог убегания (E_m) в
зависимости от давления газа (p)

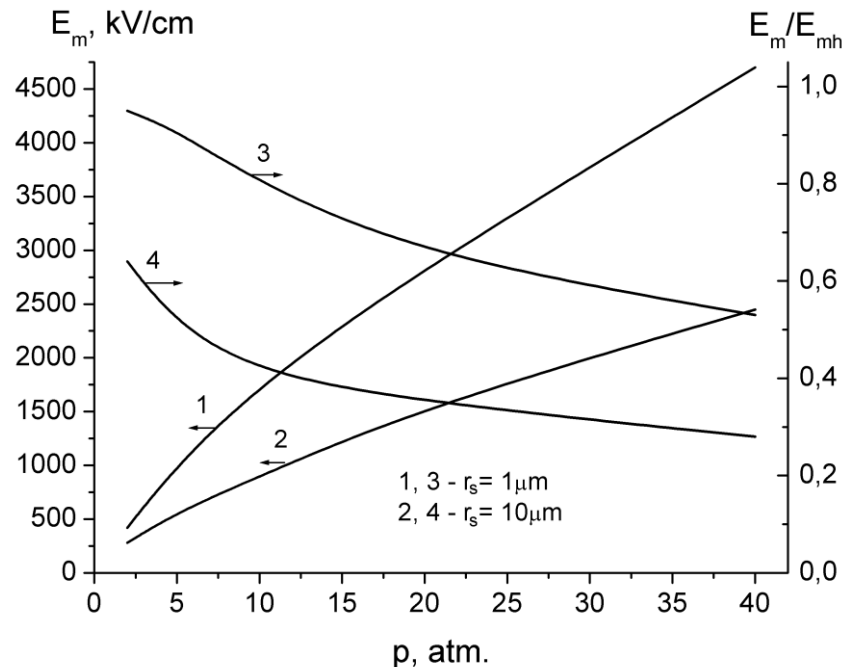


Сравнение E_m со случаем
однородного поля (E_m/E_{mh})

Результаты МК-моделирования (перемычка и капля, N₂)

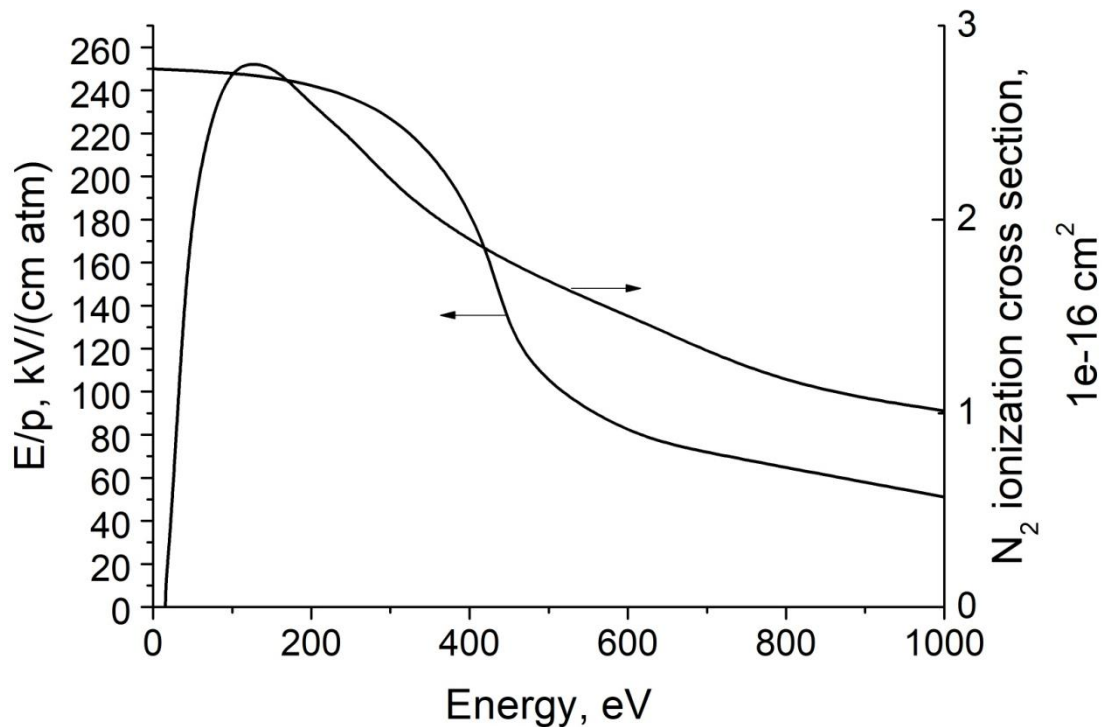


Перемычка: 1-3 — $r_c = 1$ μm ,
2-4 — $r_c = 10$ μm



Капля: 1-3 — $r_d = 1$ μm ,
2-4 — $r_d = 10$ μm

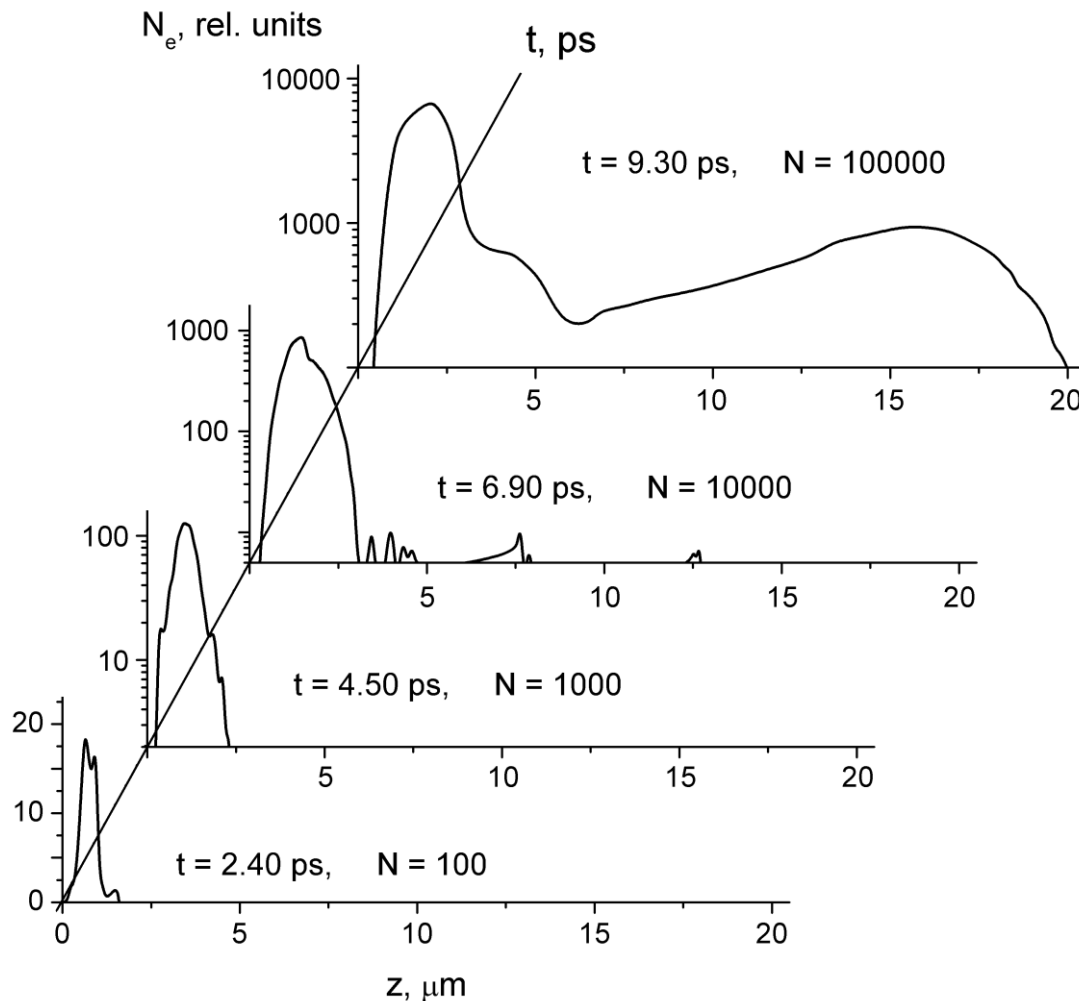
Физическая интерпретация



Зависимость величины критической приведенной напряженности электрического поля и сечения ионизации молекулы N_2 от энергии электрона



IEP UB RAS



**Процесс развития
электронной лавины,
формирующейся
вблизи микроострия
на поверхности катода
в условиях перехода
электронов в режим
непрерывного
ускорения ($h = 10$ мкм,
 $E = 820$ кВ/см,
 $p = 10$ атм)**

Выводы:

Показана важная роль микрогеометрии катода и создаваемого ей неоднородного электрического поля для динамики электронов в разрядных промежутках сверхвысокого давления.

При сверхвысоком давлении для процесса убегания электронов оказывается существенной не только приведенная, но и абсолютная величина напряженности поля

Наличие области усиленного поля облегчает переход электронов в режим непрерывного ускорения при давлениях вплоть до 40 атм.

Вклад убегающих электронов в предыонизацию промежутка, развитие вторичных лавин и формирование объемного разряда



Russian Academy of Sciences
Institute of Electrophysics
Physical electronics Laboratory

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Буду рад ответить на ваши вопросы

21 конференция молодых ученых ИЭФ УрО РАН
Г. Екатеринбург, 2019 г.