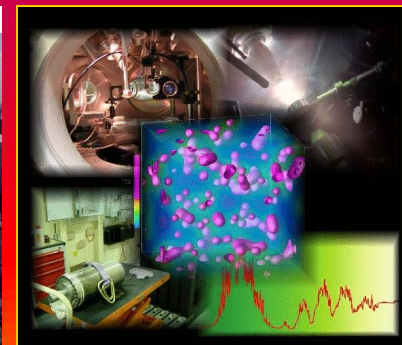


# Объединенный институт высоких температур РАН Научно-исследовательский Центр электрофизических и тепловых процессов

## Основные научные результаты 2014 года



# Фундаментальные исследования 2014 г.

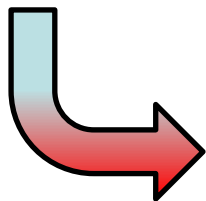
- Теплофизические свойства веществ
- Гидродинамика, турбулентность
- Электрофизика, физика плазмы
- Горение в условиях микрогравитации

# База данных и программы расчета термодинамических функций индивидуальных веществ

с 1963г.



## ИВТАНТЕРМО



Разработан программный комплекс THERMOTOOL, содержащий расширенную базу данных ИВТАНТЕРМО и расчетные модули на основе методов, созданных в Термоцентре им. В.П. Глушко ОИВТ РАН (лаб. 4.4.1)

**Monatomic gases**

Data Order By Report

Formulas

- F
- Ac(g)
- Ac<sup>+</sup>(g)
- Ag(g)
- Ag<sup>+</sup>(g)
- Al(g)
- Al<sup>+</sup>(g)
- Am(g)
- Am<sup>+</sup>(g)
- Ar(g)
- Ar<sup>+</sup>(g)
- As(g)
- As<sup>+</sup>(g)
- At(g)
- At<sup>+</sup>(g)
- At<sup>-</sup>(g)
- Au(g)
- Au<sup>+</sup>(g)
- Au<sup>-</sup>(g)
- B(g)
- B<sup>+</sup>(g)

**Ar(g)**

Name Argon

Snucl 0.029 Atomic mass

Contributor ID: 1

Energy levels

Lev No	STATEENERGY	STAT
4	112750.22	

**Polyatomic**

Data Order By Report

FORMULA

- (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>O(g)
- (CsOH)<sub>2</sub>(g)
- (KOH)<sub>2</sub>(g)
- (LiOH)<sub>2</sub>(g)
- (NaOH)<sub>2</sub>(g)
- (RbOH)<sub>2</sub>(g)
- Al(OH)<sub>2</sub>(g)
- Al(OH)<sub>3</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>Br<sub>6</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>C<sub>2</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>Fe<sub>6</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>I<sub>6</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>O(g)
- Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(g)
- Al<sub>2</sub>S(g)
- Al<sub>2</sub>S<sub>2</sub>(g)
- AlBr<sub>2</sub>(g)
- AlBr<sub>3</sub>(g)
- AlC<sub>2</sub>(g)
- AlCl<sub>2</sub>(g)
- AlCl<sub>3</sub>(g)
- AlF<sub>2</sub>(g)

**(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>O(g)**

Name

Number of electronic states 1

Max number of vibrations in electronic states: 15

Method of calculation: HORR with CORR

Contributor ID: 1

Energy

STATENUMBER	ENERGY	ENERGY_ERR
0	0	

State

Linearity NONLINEAR Number

Symmetry number 2

Vib constants Nonlinrot const

Vibrations

FREONUMBER	FREQUENCY	FREQERROR
1	3005	10
2	1490	10
3	1266	10
4	1120	10
5	877	10
6	3063	10

**Main Menu**

- MONATOMIC GASES
- DIATOMIC GASES
- POLYATOMIC GASES
- CONDENSED

Close

- ALT-A - Table Atoms
- ALT-E - Data export
- ALT-F - Table Fundamental Constants
- ALT-i - Path to database
- ALT-R - Set Read-Only mode
- ALT-U - User
- ALT-B - About

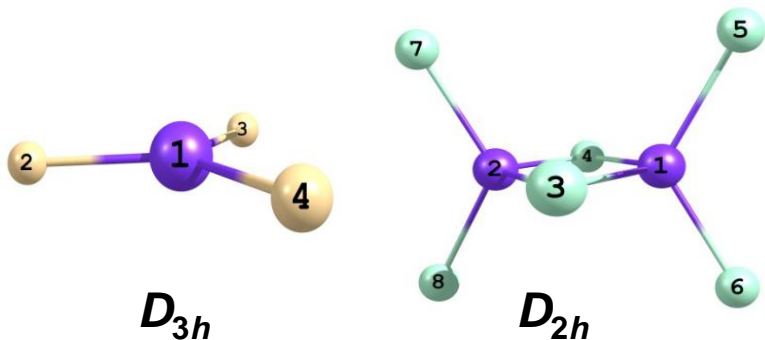
# THERMOTOOL

## Более 3000 веществ

(Зав. отделом 4.4. к.ф.-м.н. Игорь Владимирович Морозов, тел. (495) 485-10-00, с.н.с. к.ф.-м.н. Г.В. Белов)

# Расчет термодинамических функций и энтальпий образования молекул

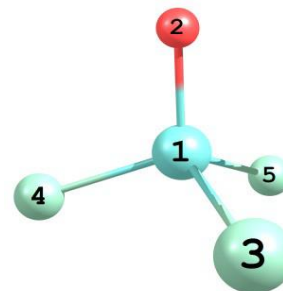
Структуры молекул



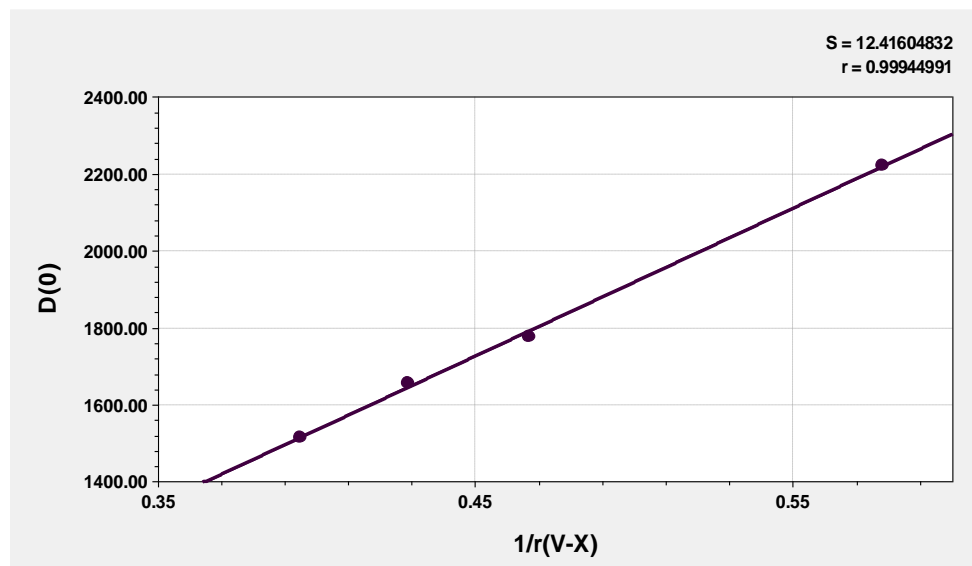
Расчет энтальпий образования

Вещество	$\Delta_f H^\circ(298)$ кДж/моль	Вещество	$\Delta_f H^\circ(298)$ кДж/моль
ScF <sub>3</sub> (к)	-1649(8)	ScBr <sub>3</sub> (к)	-781.5(1.3)
ScF <sub>3</sub> (г)	-1246(15)	ScBr <sub>3</sub> (г)	-538(20)
Sc <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (г)	-2728(60)	Sc <sub>2</sub> Br <sub>6</sub> (г)	-1251(30)
ScCl <sub>3</sub> (к)	-944.8(0.8)	ScI <sub>3</sub> (к)	-568.7(1.0)
ScCl <sub>3</sub> (г)	-695(12)	ScI <sub>3</sub> (г)	-321(8)
Sc <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> (г)	-1567(20)	Sc <sub>2</sub> I <sub>6</sub> (г)	-845(20)

Структура молекул VOX<sub>3</sub> (C<sub>3v</sub>)  
1: V; 2: O; 3-5: X (F, Cl, Br, I)

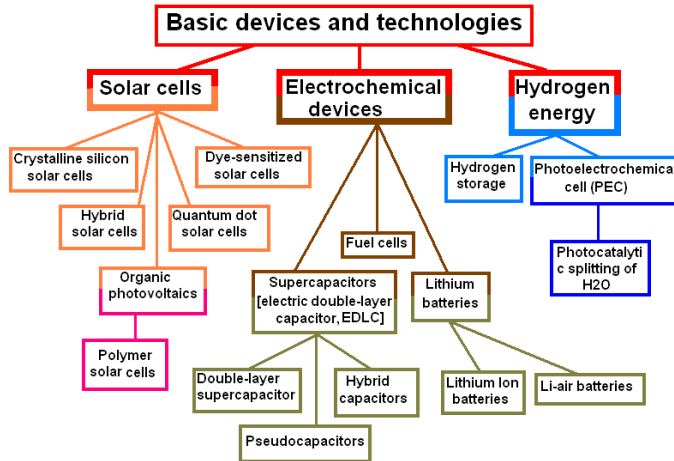


Зависимость энергии атомизации VOX<sub>3</sub>, D(0)  
кДж/моль, от 1/r(v-x)



# Теплофизические свойства наноматериалов для энергетики.

## Систематизация свойств и разработка базы данных



Основные устройства и технологии

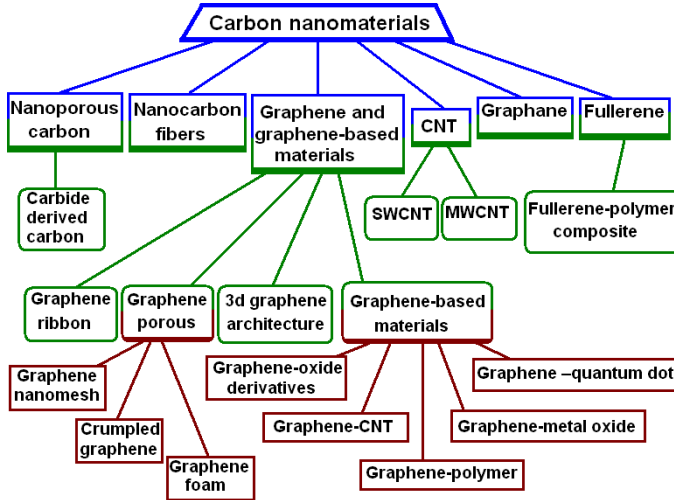


Схема разработанной и применяемой классификации по углеродным наноматериалам

**General data :**  
Record index : 00000050 Record type : Data Document type : Communication

**Energy data**  
Energy sector :Hydrogen  
Energy function : transfer  
Object :Комплекс графан-металл

**Nano data**  
Nanomaterial : графан  
Nanomaterial by rubricator : 2D Графан и графеноподобные структуры  
Chemical :Графан Li Na K  
Chemical by rubr :Carbons

**Refining**

**Synthesis :**  
Для прикладного использования отдельные листы должны быть структурированы в материал. Комплекс металл-графан может образовывать трёхмерные пористые сетки. показано, что такая структура может удерживать весового процента водорода, что составляет килограмма молекулярного водорода на 1 г

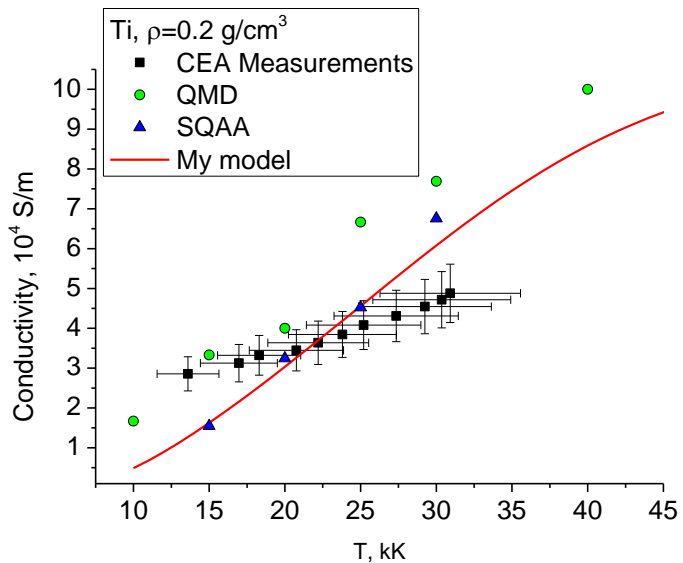
**Properties :**  
Общие сведения о свойствах графана – см. статью впервые представлена в открытом архиве  
<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0606704>  
см. также справочный материал в словаре Роснано  
<http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article753>

**Application :**  
**Bibliographic data**  
Title rus :Российские ученые предложили графан для транспортировки  
Source :Сайт S&T RF <http://strf.ru>  
Year : 2012  
Language : Russian  
Affiliation : Технологический институт сверхтвёрдых и новых углеродных материалов (ТИСНУМ)  
Full text :  
WEB source :  
[Сводка на\\_STRF](#)  
[Сводка на\\_rusnanonet](#)  
More information :  
Текст статьи в журнале Phys. Rev. B - см. запись #51

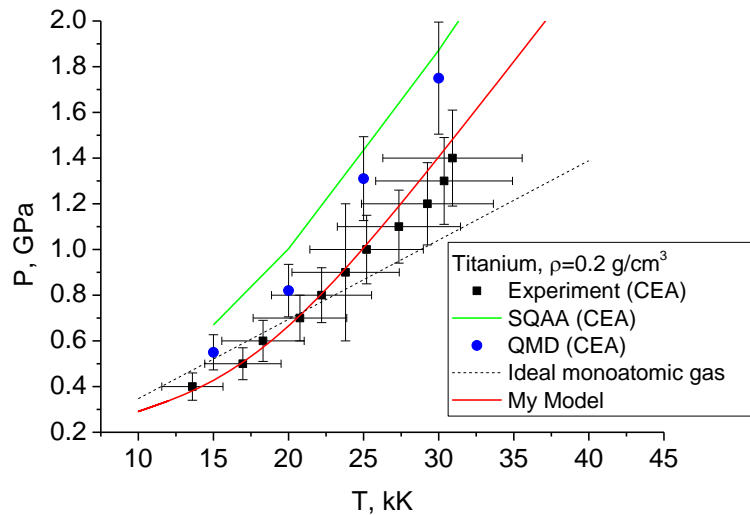
Пример страницы разработанной WEB СУБД по наноматериалам

(Зав. отделом 4.4. к.ф.-м.н. Игорь Владимирович Морозов, тел. (495) 485-10-00, зав. лаб. к.т.н. Адильбек Омурбекович Еркимбаев, тел. (495) 485-10-45)

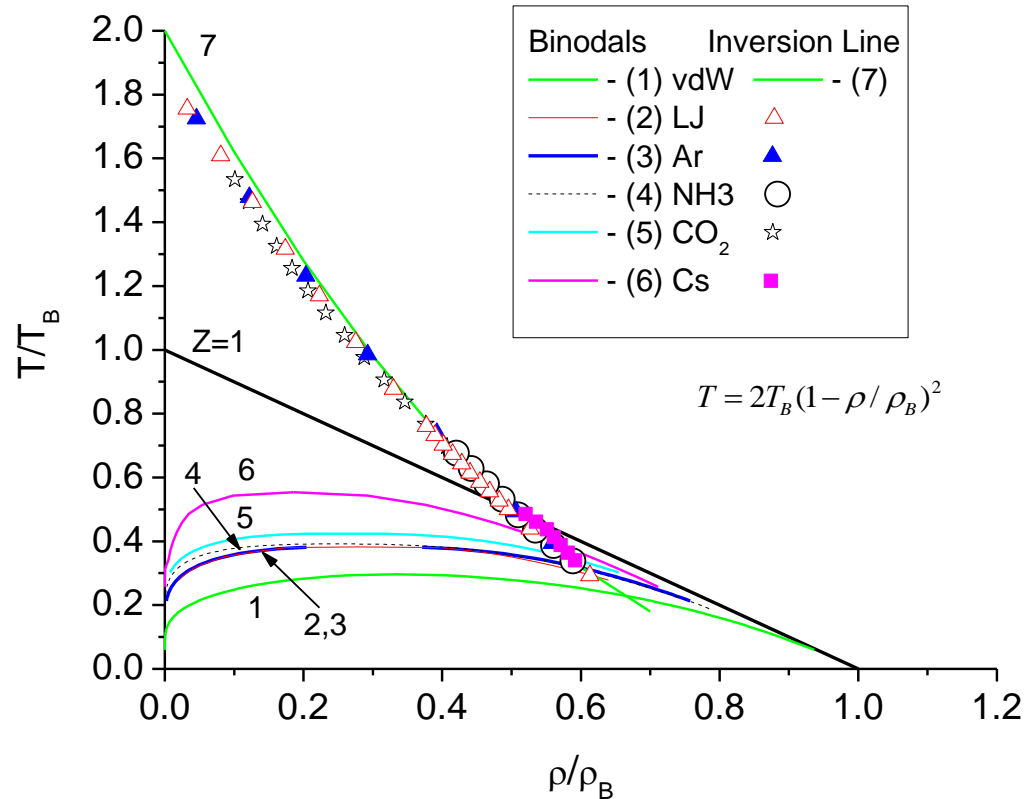
# Электропроводность и давление Ti на изохоре 0.2 г/см<sup>3</sup>



CEA, QMD, SQAA – Clerouin J. et. al. // Phys. Plasmas, (2012) V. 19, 082702.



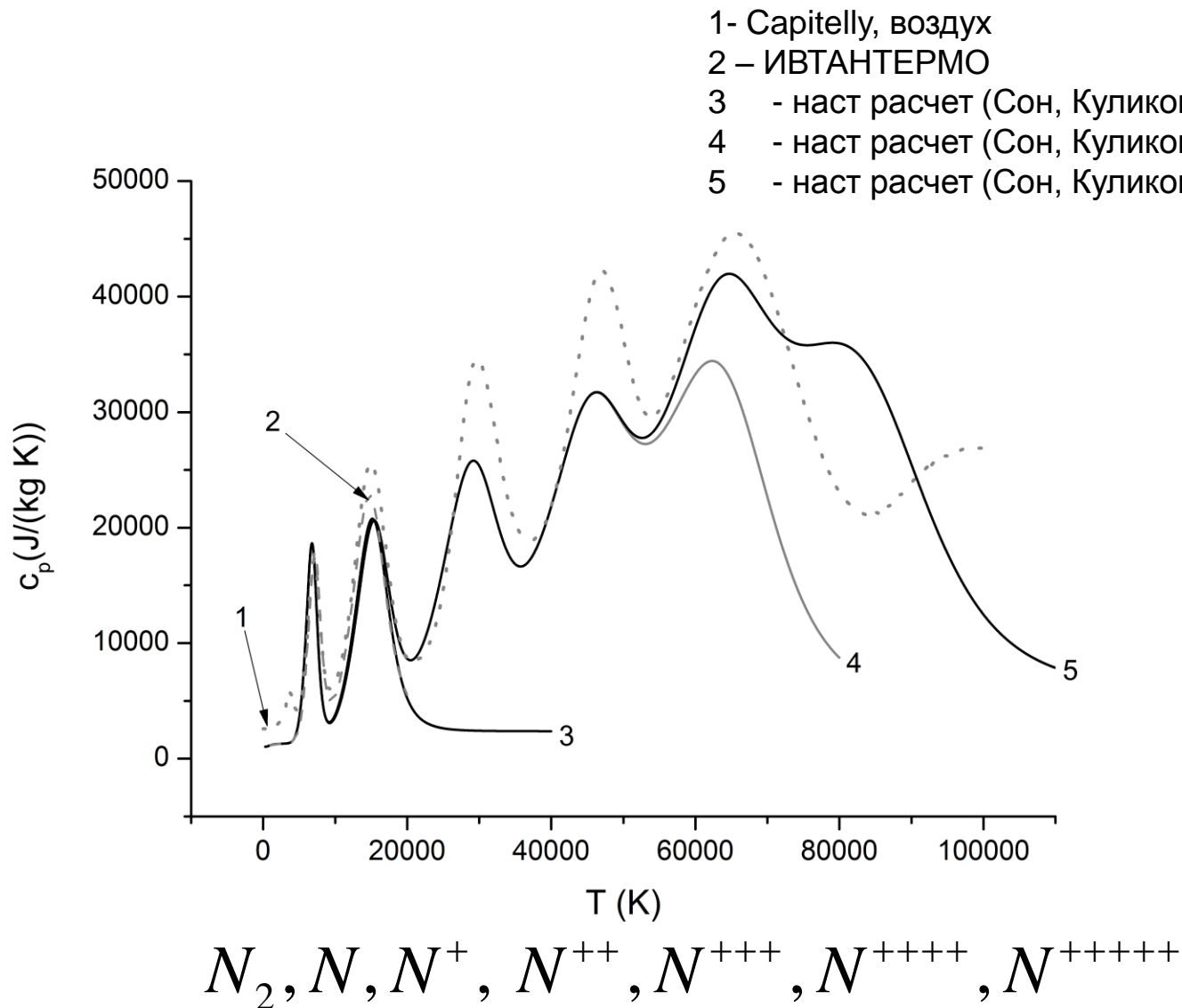
Закон подобия для линии инверсии процесса Джоуля - Томсона



Давление Ti на изохоре 0.2 г/см<sup>3</sup>



# Теплоемкость азота при высоких температурах

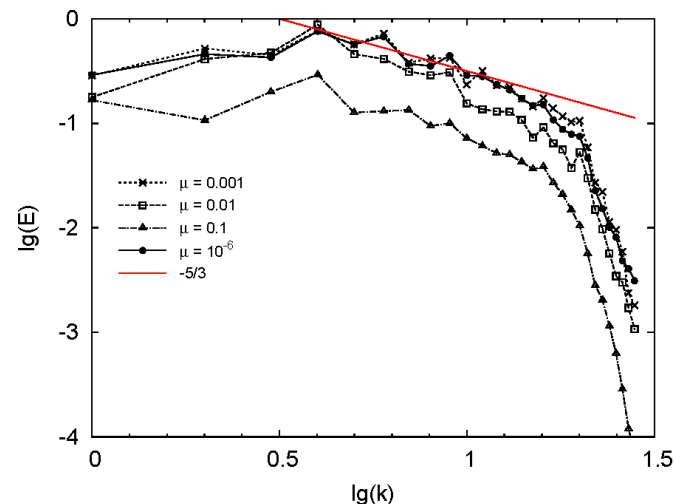
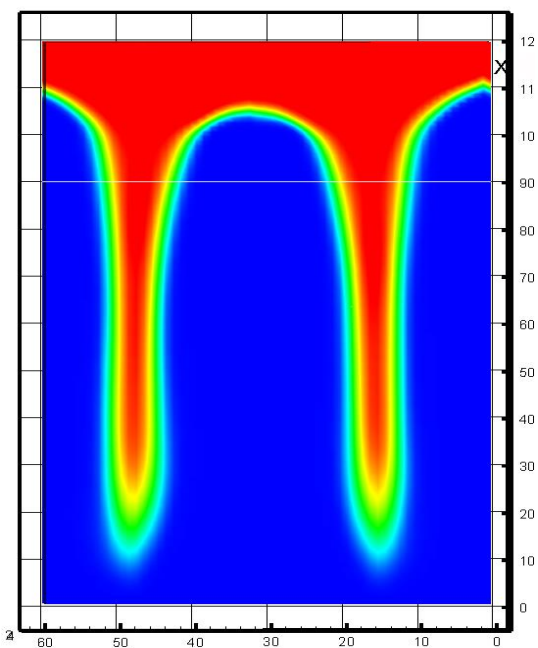
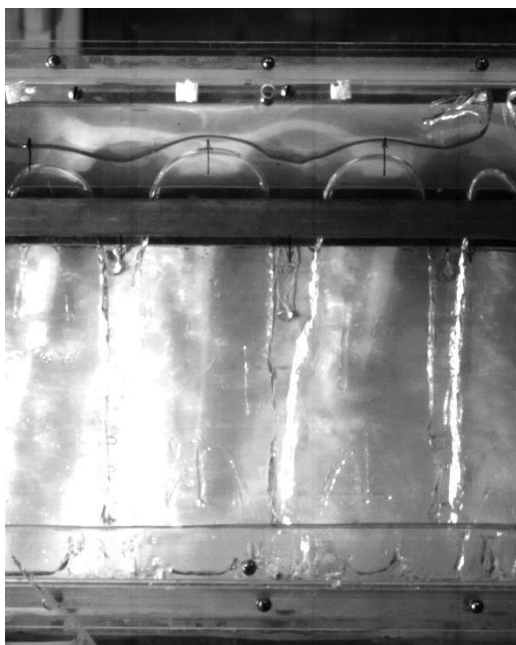


# Численные модули широкодиапазонных теплофизических свойств веществ и их применение в проектировании объектов энергетики и космических систем на базе 3D прикладных пакетов численного моделирования

1. ИВТАНТЕРМО +САХА+ВЫСОКИЕ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ (быстрые коды минимизации ТД функционалов)
2. Транспортные свойства плазмы на базе:
  - точного решения нелинейных кинетических уравнений для электронов, ионов, атомов и молекул;
  - обширной базы данных по упругим и неупругим процессам;
  - применения к многокомпонентной плазме с химическими реакциями, электрон-электронными столкновениями, плазме с высокими  $Z$ , локально химически равновесной плазме и др.
3. Оптические свойства плазмы нагретого воздуха и других молекулярных и атомарных газов
  - База данных оптических свойств (Авилова, Биберман, Воробьев, Кобзев, Лагарьков, Мнацаканян, Норман) перевод в «цифру» и upgrade
  - Термодинамика нагретого воздуха (ИвтанТермо, Кузнецов, Суржиков и др.)
  - ab-initio расчеты структуры атомов и молекул, расчеты сечений тормозных процессов, фотоионизации, линейчатых спектров атомов и молекул
  - расчеты коэффициентов поглощения, планковских коэффициентов поглощения, росселандовых пробегов излучения
4. 2D и 3D решения уравнений переноса излучения (приближение line-by-line)
5. 3D численные коды (Flow Vision, гибридный ГДТ пакет) для газодинамики с плазмохимическими реакциями, разрушением материалов, пограничными слоями, излучением и турбулентностью.
6. Приложения: астрофизическая плазма, гиперзвуковая аэродинамика, плазмохимические реакторы и технологии

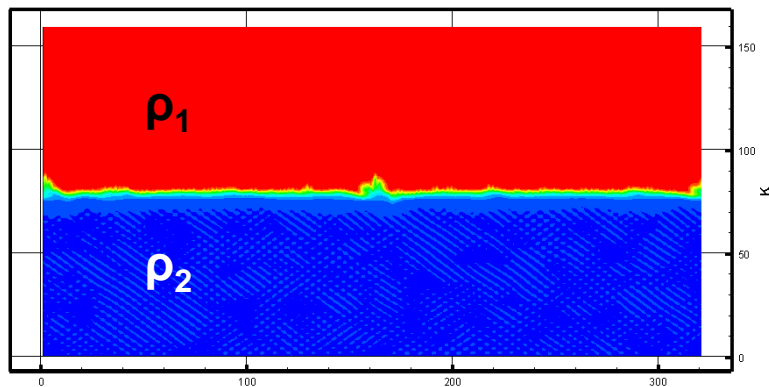


# Экспериментальное и расчетно-теоретическое исследования релей-тейлоровской неустойчивости двухкомпонентных сред

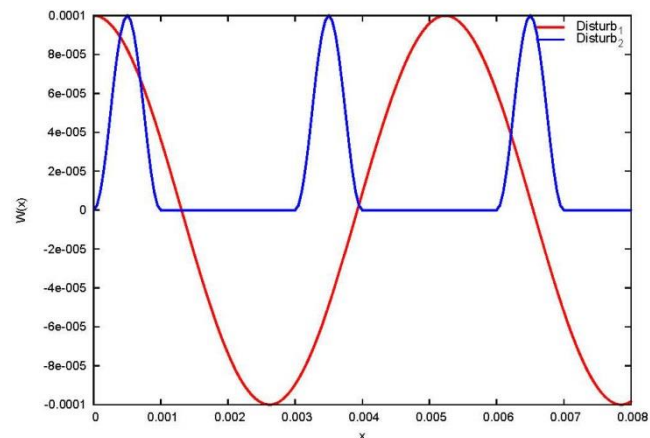


Зависимость спектра кинетической энергии от вязкости в момент времени  $t = 18$ .

Экспериментально и численные исследования неустойчивости Релея-Тейлора при максимальных числах Атвуда.



Топология контактной границы на момент времени 5 мкс при столкновении свинцовой и титановой пластин.



Различные начальные возмущения контактной границы при столкновении двух металлов.

# Турбулентность термовязкой жидкости: теория, численное моделирование, эксперимент

## Гидродинамические и тепловые эффекты вТВЖ (неустойчивость ТВЖ в устойчивой стратификации)

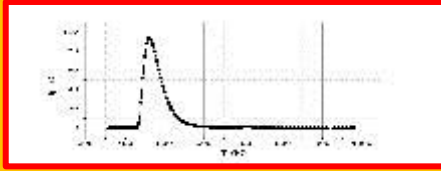


Fig. 1 Viscosity-temperature relationship for liquid sulfur

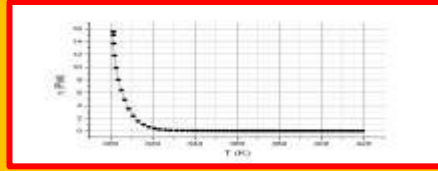


Fig. 2 Viscosity-temperature relationship for petrolatum

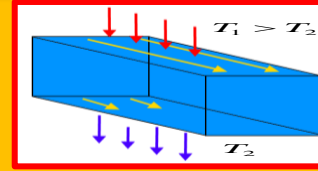


Fig. 3 Initial problem

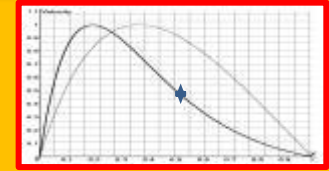


Fig. 4 Two types of velocity profile. An asterisk shows the position of inflection point

$$\nu(T) = \nu_0 e^{-\beta \frac{T-T_0}{T_0}}$$

$$\alpha = \frac{\Delta T \beta}{T_0}, C = \frac{H_0^2}{\rho \nu_0 u_0} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta L} e^{-\beta \frac{T_1-T_0}{T_0}}, U(\eta) = -\frac{C e^{-\alpha \eta}}{\alpha(-1+e^{-\alpha \eta})} (1 - e^{-\alpha \eta} - \eta + \eta e^{\alpha \eta})$$

$$Re = -\frac{C e^{-2\alpha \eta} (1 - e^{-\alpha \eta} - \eta + \eta e^{\alpha \eta})}{\alpha(-1+e^{-\alpha \eta}) e^{\beta \frac{T_1-T_0}{T_0}}} \cdot \frac{H_0 u_0}{\nu_0}$$

## Анализ устойчивости: спектральное решение уравнения Orra-Зоммерфельда для ТВЖ

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + (\bar{U} \cdot \nabla) \bar{v} + (\bar{v} \cdot \nabla) \bar{U} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nabla \cdot (2\nu(T)S), S = \frac{1}{2} (\nabla v + (\nabla v)^T)$$

$$\frac{\partial v}{\partial y} = \alpha v, \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial y}, \frac{\partial T}{\partial y} = const, \frac{\partial v}{\partial y} = v \frac{\partial \ln v}{\partial \ln T} \frac{1}{T} \frac{\partial T}{\partial y} = \nu \nu_T k_T$$

$$\frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + U \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + (\bar{v} \cdot \nabla) \bar{U} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + 2\nu(T) \nabla \cdot S + \nu(T) \nu_T k_T \left[ \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} + \nabla v \right]$$

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + U \frac{\partial}{\partial x} \right) \Delta v = \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \frac{\partial v}{\partial x} + 2 \frac{\partial U}{\partial y} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} - 2\nu(T) \nu_T^2 k_T^2 \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} - \nu(T) \nu_T^2 k_T^2 \Delta v + \nu(T) \Delta^2 v$$

$$y = \eta H_0, v = u_0 \bar{v}, \frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \frac{u_0}{H_0}, \Delta = \frac{\Delta}{H_0}, U = \bar{U} u_0, \frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{1}{H_0}, \frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial \eta} \frac{1}{H_0}, \nu_T k_T = \frac{\bar{\nu}_T \bar{k}_T}{H_0}$$

$$\Delta^2 v - 2\nu_T^2 k_T^2 \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} - \nu_T^2 k_T^2 \Delta v = Re(T) \left[ \frac{\partial}{\partial t} \Delta v + U \frac{\partial}{\partial x} \Delta v - 2 \frac{\partial U}{\partial \eta} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial \eta} - \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right]$$

$$v = \bar{v}(y) e^{\lambda t + i k x}$$

$$(D^2 - k^2)^2 v - 2\nu_T^2 k_T^2 \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} - \nu_T^2 k_T^2 (D^2 - k^2) v = Re(T) [\gamma(D^2 - k^2) v + i U k (D^2 - k^2) v - 2i U' k D v - ik U'' v]$$

## Экспериментальная установка: поток ТВЖ в канале, подогреваемый сверху с термостабилизацией

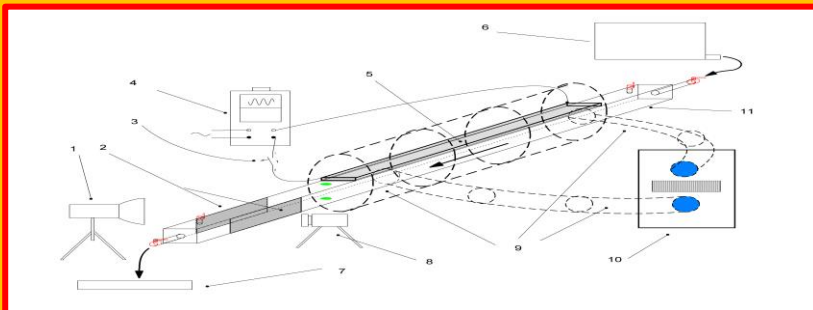
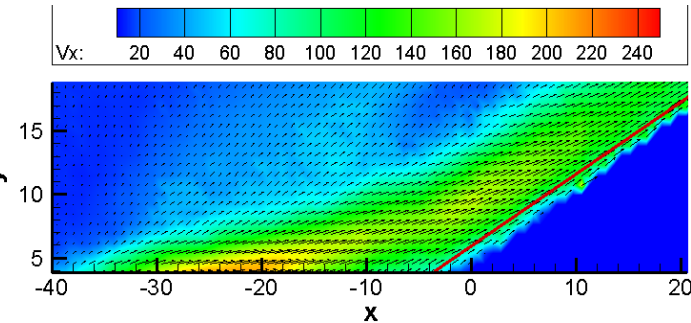
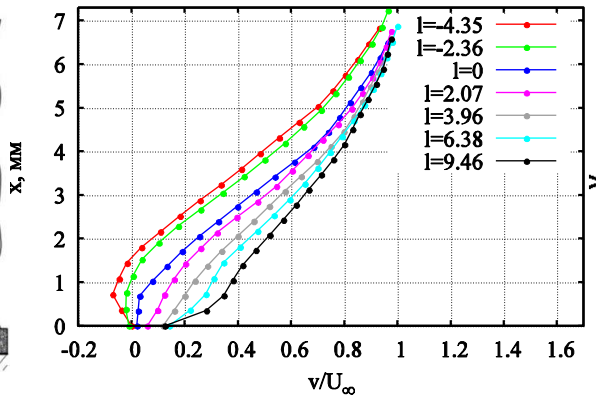
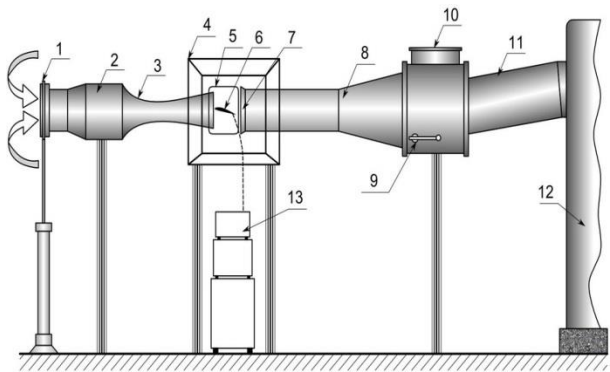


Fig. 5 Installation scheme



Fig. 6 Central section of the experimental tube

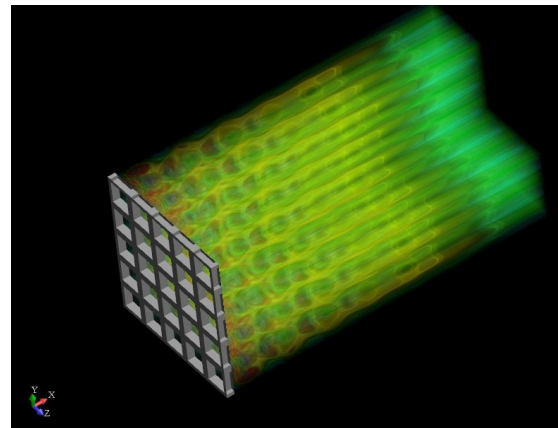
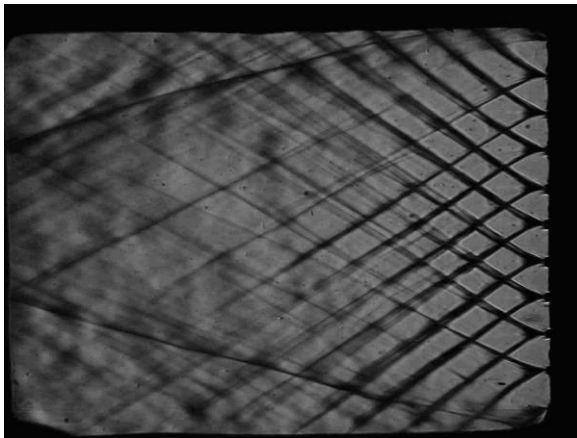
# Исследования воздействия нагрева поверхности на турбулентный пограничный слой (эксперимент, моделирование)



Увеличение длины восстановления пограничного слоя после присоединения: 5 мм для адиабатической поверхности  
9.5 мм для  $T_w/T_\infty = 3.11$

Поле среднеквадратичных отклонений скорости  $T_w/T_\infty = 3.11$

## Сверхзвуковая турбулентность за решеткой: эксперимент, численное моделирование



Тип решетки:  
двухплоскостная,  
диаметр стержня:  $d=1\text{мм}$ ,  
размер ячейки:  $a=10\text{мм} \pm 0.1$ .

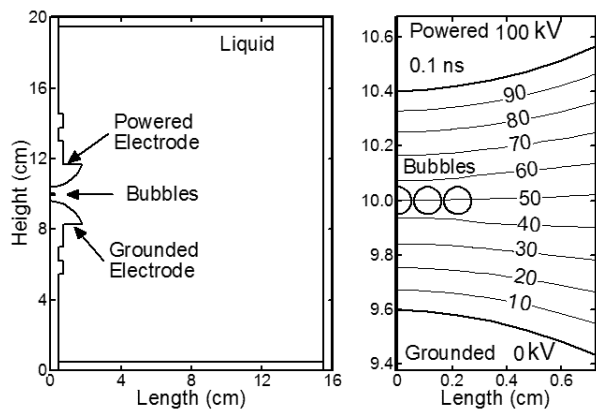
Расстояние формирования турбулентности:  $\sim 35\text{мм}$   
Характерный масштаб турбулентности:  $\sim 5\text{мм}$

(Н.с. лаб. №4.1.3., к.ф.-м.н. Александра Владимировна Глушнева, тел. (495)485-80-63)

Зав. лаб. Зибаров Алексей Владимирович, в.н.с. Сон Константин Эдуардович

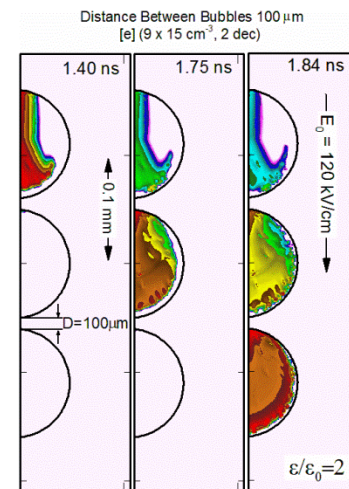
# Моделирование развития стримеров в газовых пузырьках в жидкости

## Геометрия электродов

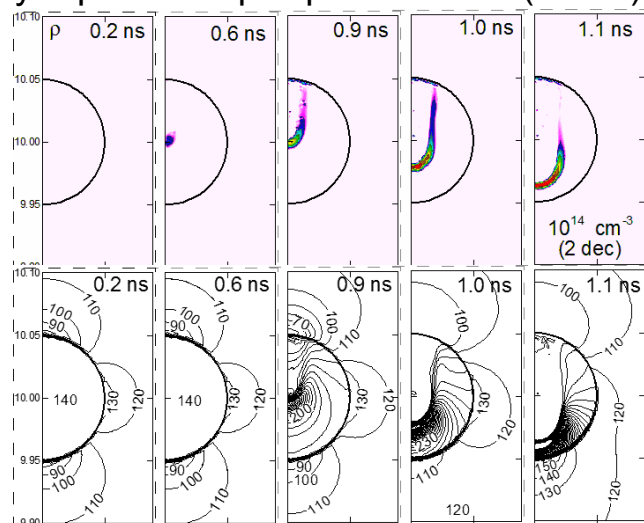


- Для каждого размера пузырька существует минимальный заряд (большой для меньших пузырьков), необходимый для пробоя.
- Перескакивание стримера по цепочке из пузырьков зависит от расстояния между пузырьками ( $D < 300 \mu\text{m}$ ).
- Условия: 1 атм, воздух, 300 К, пузырьки 50 – 500  $\mu\text{m}$ , жидкости  $\epsilon/\epsilon_0 = 2, 4, 16, 80$

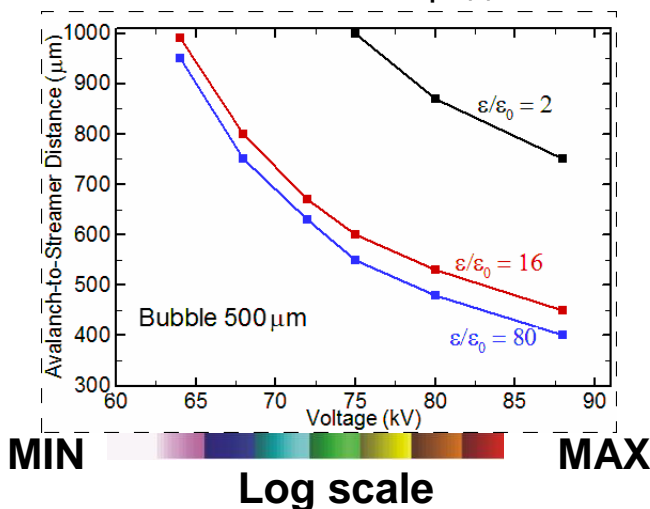
## Вертикальная цепочка



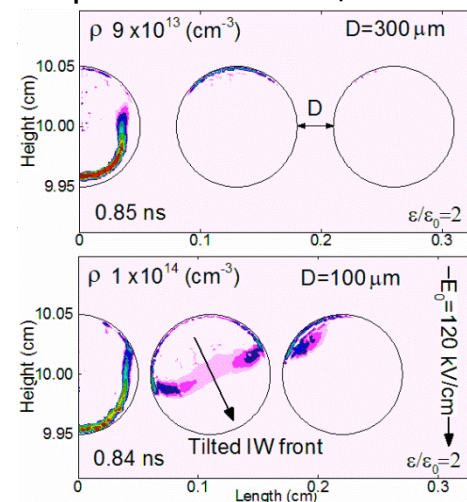
## Развитие стримера в одиночном пузырьке 500 $\mu\text{m}$ : $\rho$ и эл. поле (кВ/см)



## Кривые Пашена для пузырька 500 $\mu\text{m}$ при минимальных возможных начальных зарядах



## Горизонтальная цепочка



# Эксперименты по исследованию горения в условиях микрогравитации. (Совместно с Центром микрогравитации Бременского университета ZARM)



1. Система дистанционной связи
2. Питание и управление системы
3. Охлаждение и диагностика лазера
4. Блок накачки и формирования лазерного пучка
5. Газовая платформа
6. Платформа с горелкой



Конические метано-воздушные пламена, стабилизированные кольцом.  $Re: 500-3000, \phi=1$

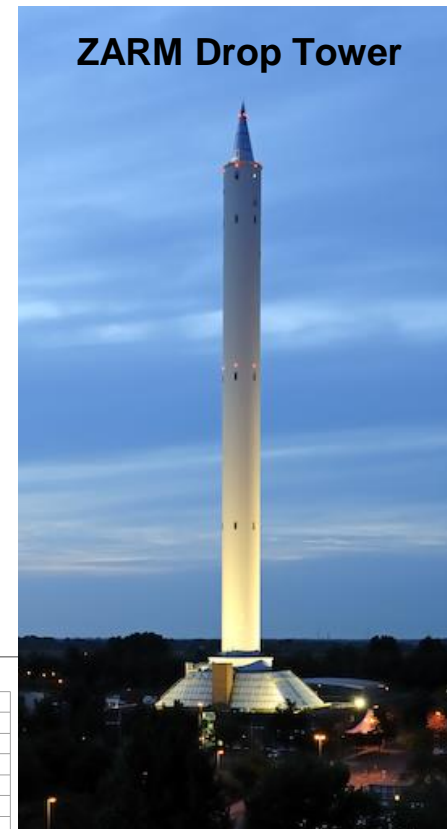
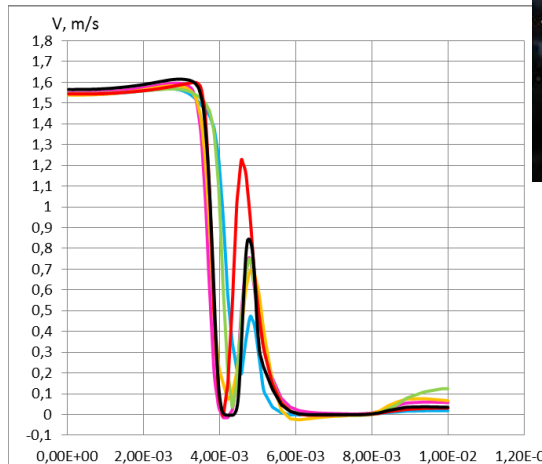
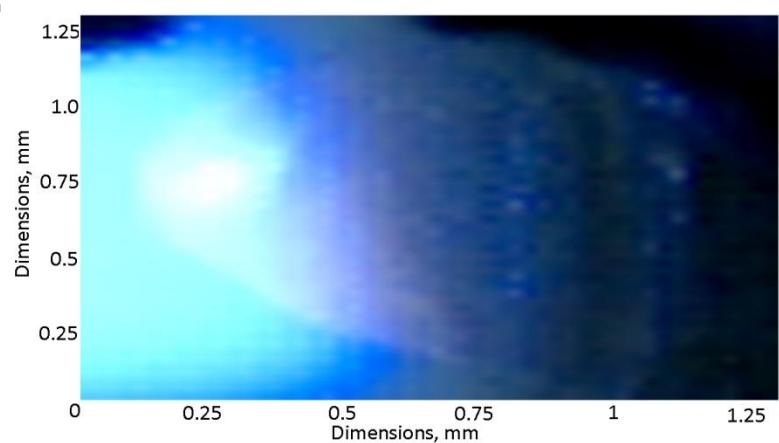
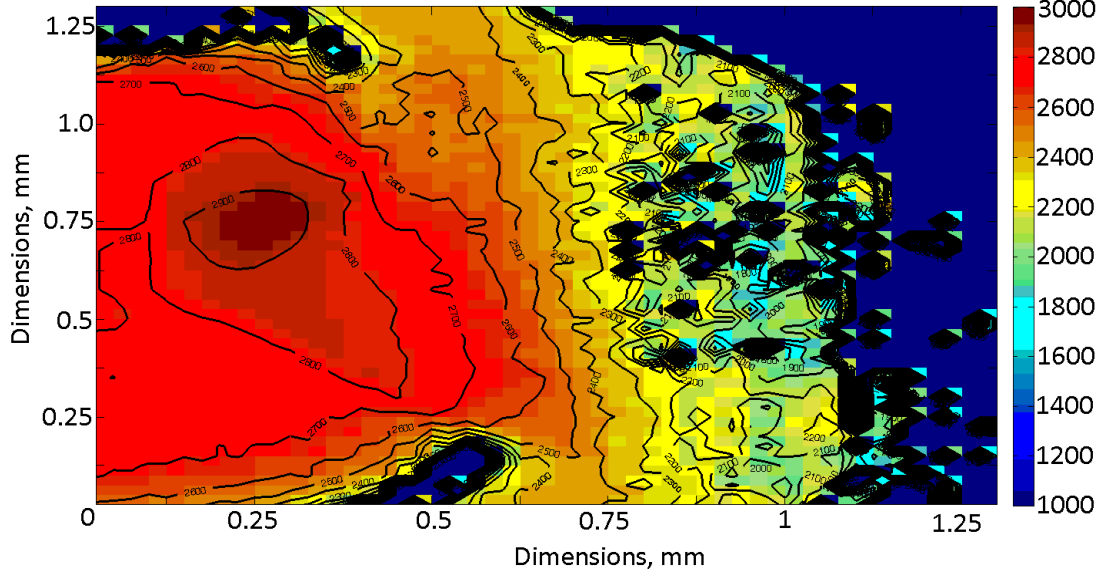
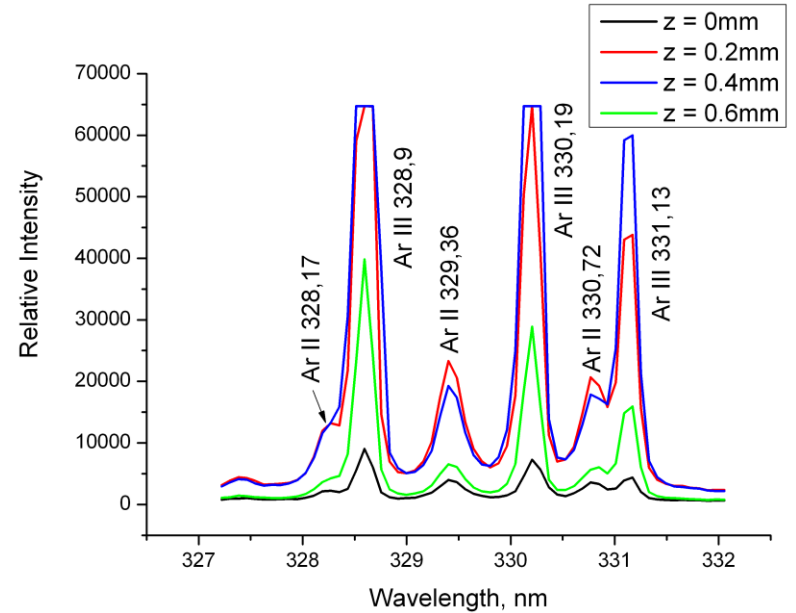
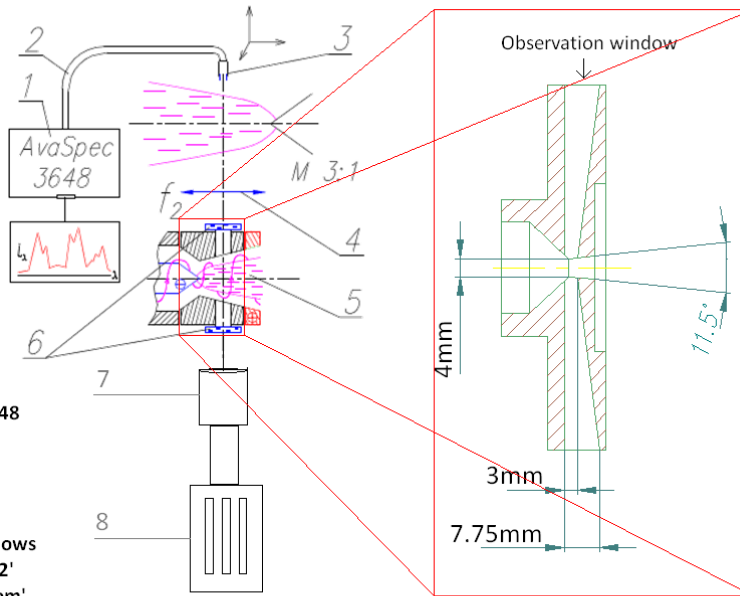


График профилей скоростей для колец различного диаметра

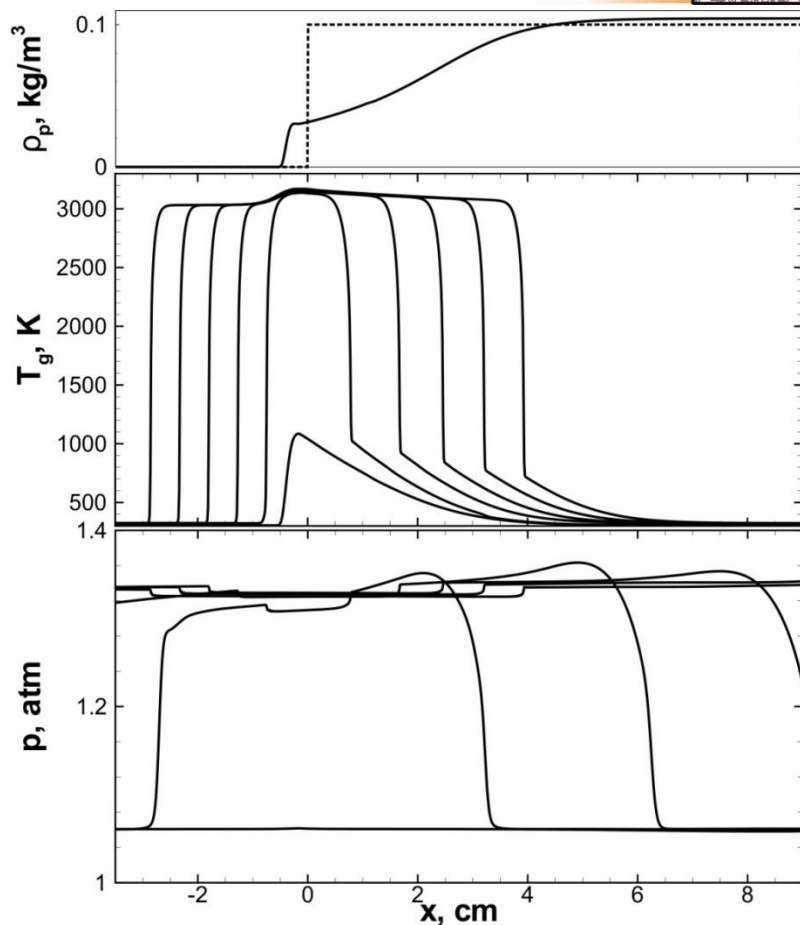
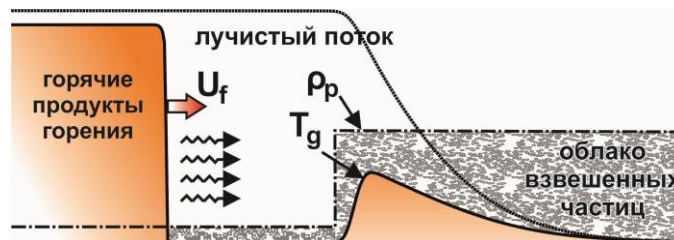
(Зав. отделом 4.1, чл-корр. РАН Эдуард Евгеньевич Сон, ст.-иссл. Анастасия Игоревна Крикунова тел. (495) 484-16-55 )

# Нестационарные катодные пятна в дуговом разряде в аргоне

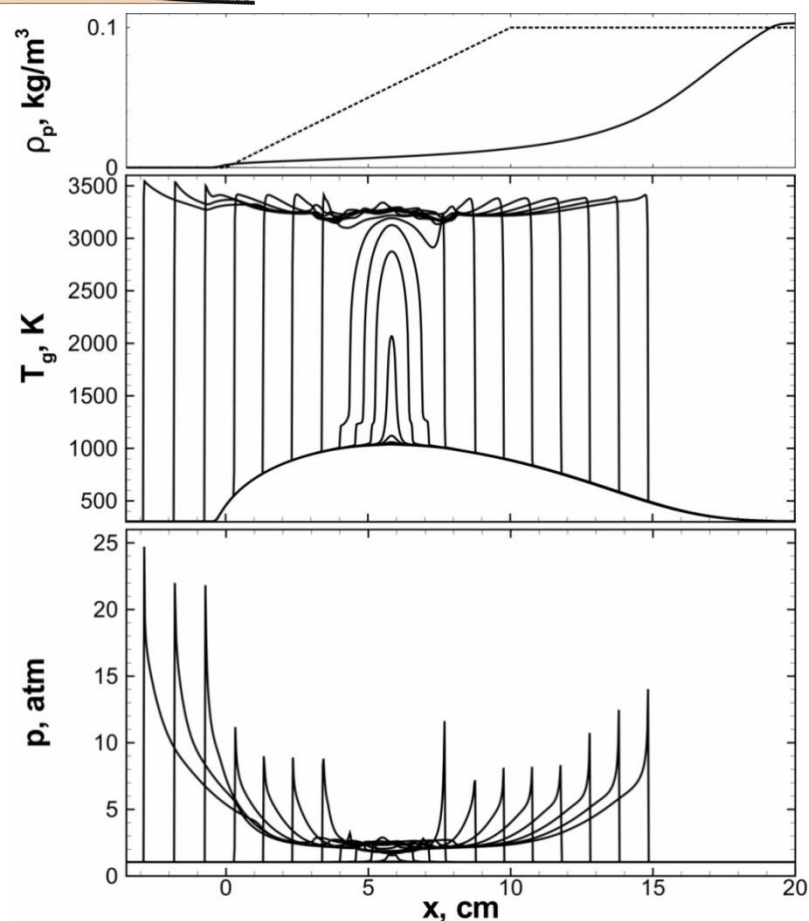


(Зав. лаб. № 4.2.2 к.ф.-м.н. Махач Хайрудинович Гаджиев, м.н.с. лаб. № 4.2.2 Микаэл Арменович Сарсян,, зав. лаб. №4.1.2, к.ф.-м.н. Дмитрий Викторович Терешонок)

# Воспламенение горючей газозвеси на неоднородностях распределения микрочастиц

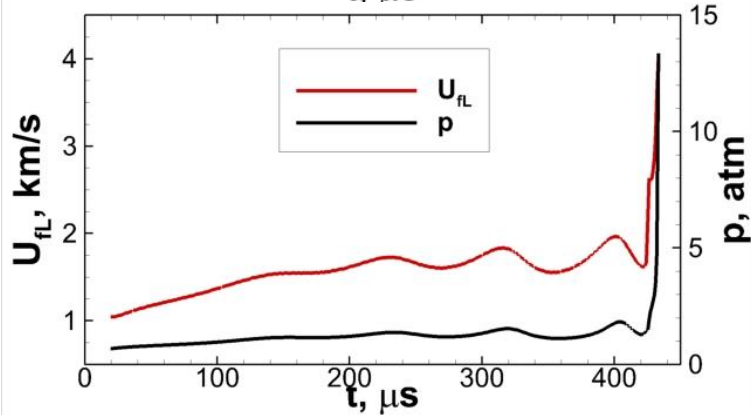
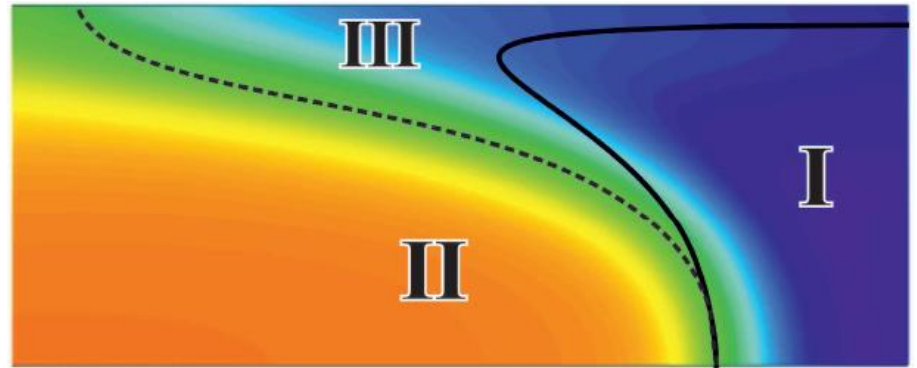
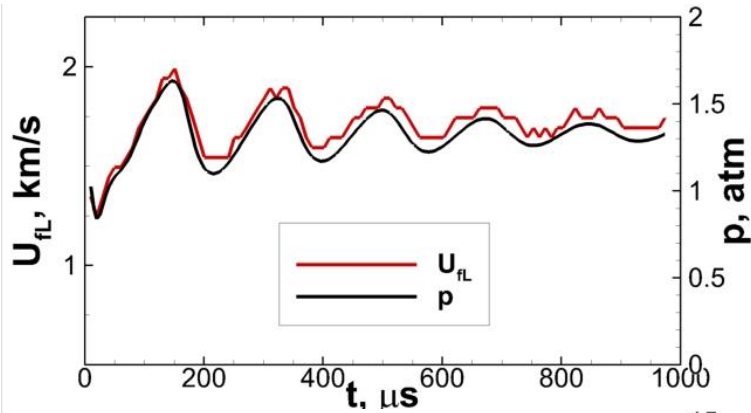


Воспламенение на резкой границе облака микрочастиц

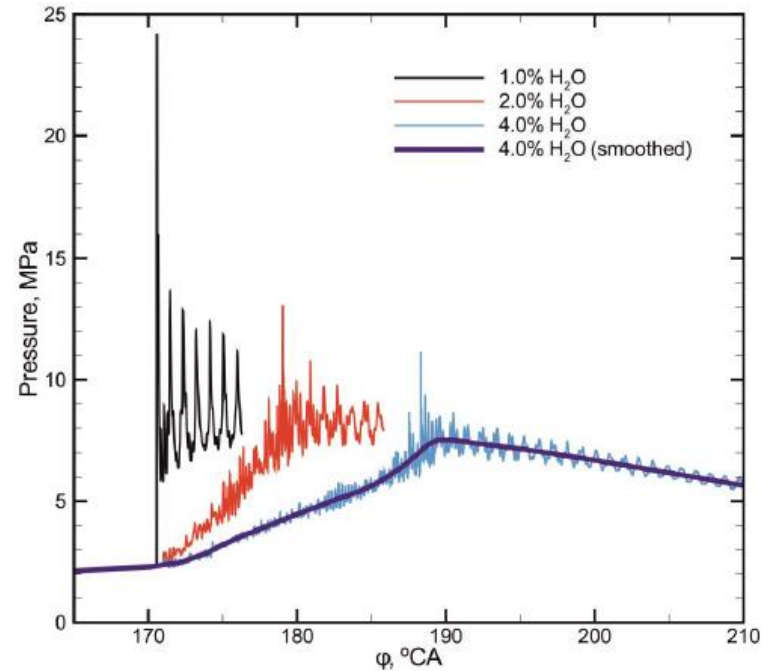
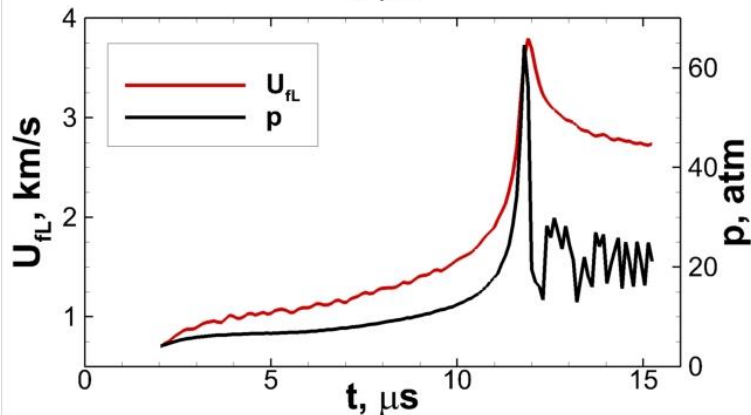


Возникновение детонации на размазанной границе облака микрочастиц

## Структура и устойчивость «запертых» пламен

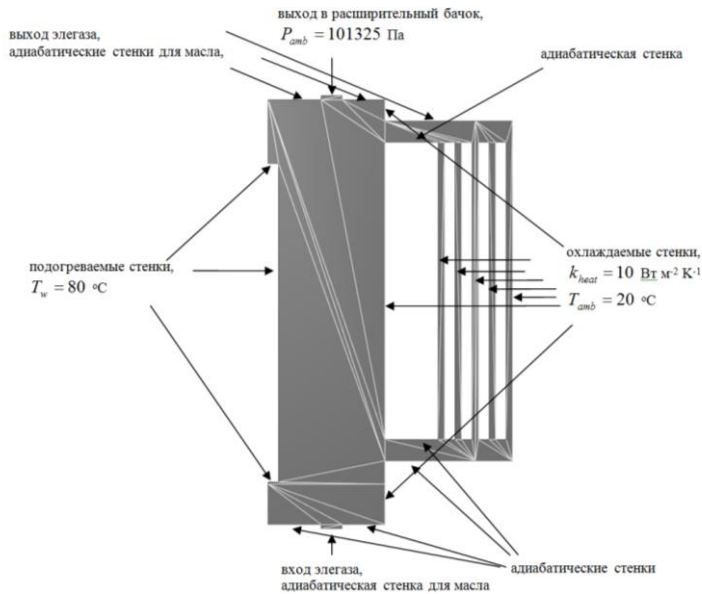


Бездетонационные режимы работы водородных газопоршневых двигателей





# Создание алгоритма для дисперсной модели вещества (Flow Vision)

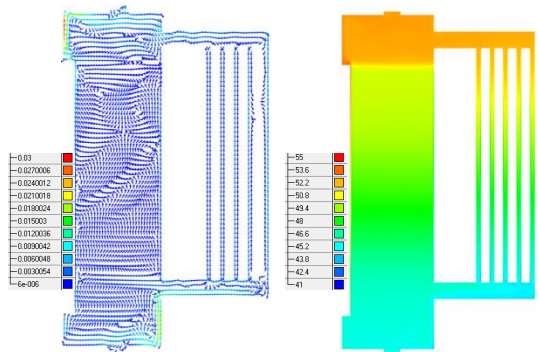


Расчётная область и граничные условия 2D модели трансформатора.

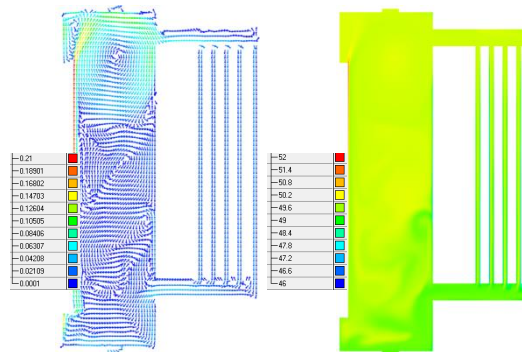
Реализован метод моделирования дисперсной модели вещества на основе Эйлера подхода.

Проведена апробация метода численным моделированием теплообмена в плоской модели высоковольтного маслонаполненного трансформатора с пузырьковой защитой.

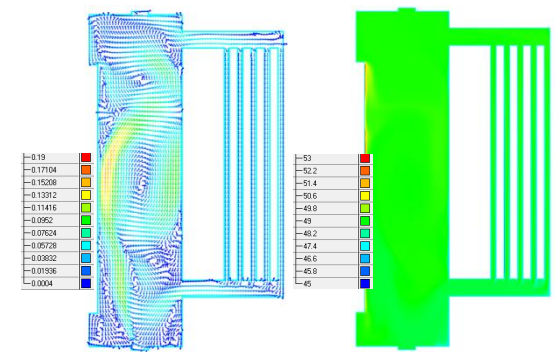
Полученные результаты позволили сделать качественные выводы о влиянии пузырьковой среды на конвекцию и теплообмен в макете маслонаполненного высоковольтного автотрансформатора.



Распределение скоростей и температуры масла без элегазовых пузырьков



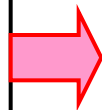
Распределение скоростей и температуры масла с элегазом (диаметр пузырьков – 0,1мм)



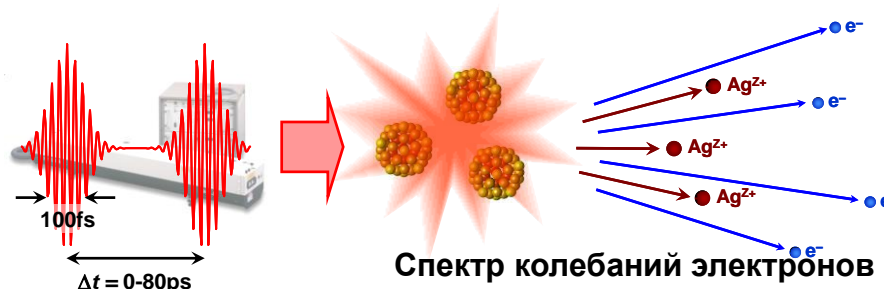
Распределение скоростей и температуры масла с элегазом (диаметр пузырьков – 1мм)

# Применение графических ускорителей для моделирования неидеальной плазмы

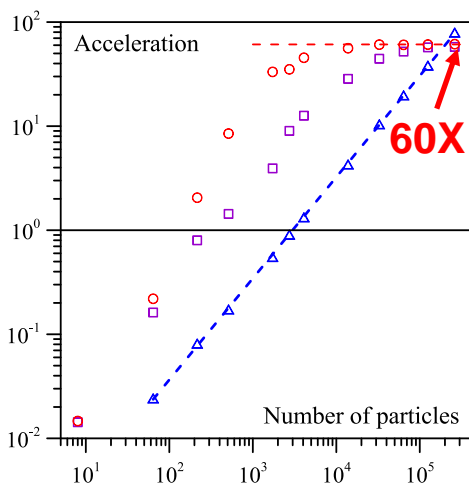
Графические ускорители (GPU) позволяют увеличить размер исследуемой системы на 1-2 порядка



## Неидеальная кластерная наноплазма

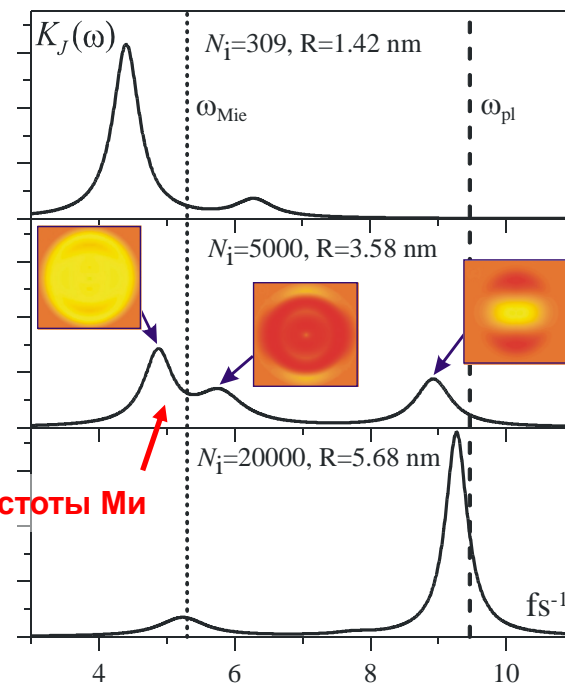
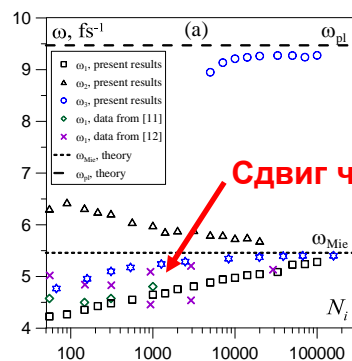
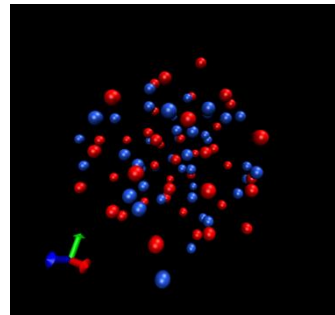


Ускорение по сравнению с одним ядром центрального процессора



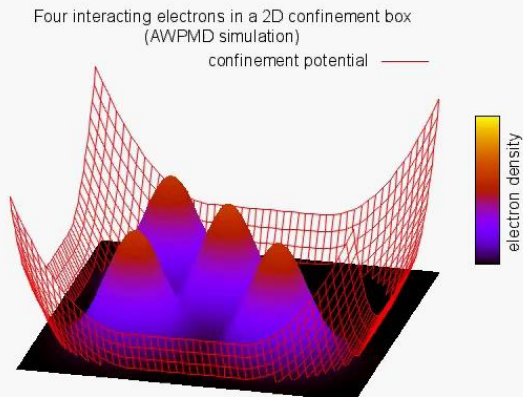
Расчеты выполнены на кластере К-100 ИПМ РАН.

Сравниваются: одно ядро CPU Intel Xeon X5670 и GPU Nvidia Tesla C2050

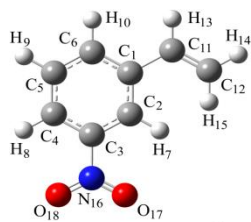
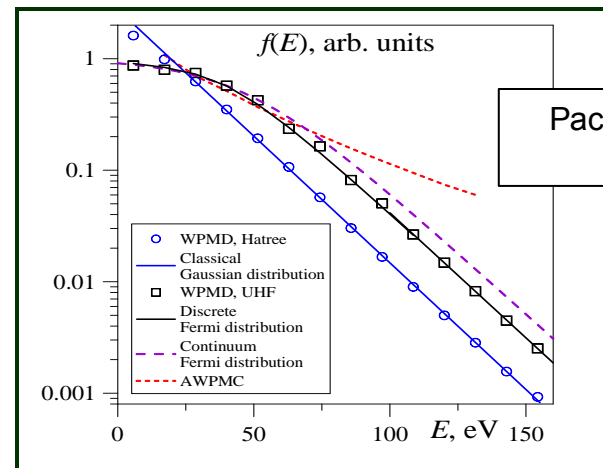


# Разработка метода динамики волновых пакетов. Газовая электронография.

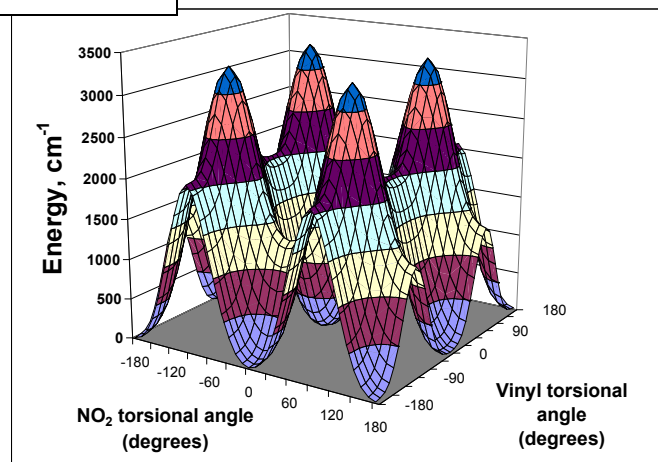
Приближенное динамическое решение уравнения Шредингера для системы взаимодействующих частиц. Учет эффектов симметрии. Прямое соответствие с квантовой механикой.



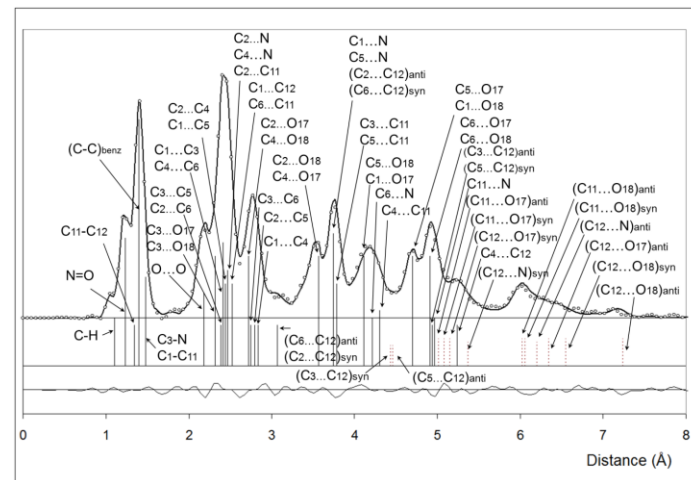
Движение антисимметризованных ВП в ловушке



Конформеры 2-нитростирена



Поверхность потенциальной энергии молекулы 2-нитростирена



Результат структурного анализа молекулы 2-нитростирена

(Зав. отделом 4.4. к.ф.-м.н. Игорь Владимирович Морозов, с.н.с. лаб. 4.4.2, к.ф.-м.н. Илья Александрович Валугев, тел. (495) 485-10-00, в.н.с. лаб. 4.4.1 д.ф.-м.н. Юрий Игоревич Тарасов)

# Прикладные исследования, технологии 2014 г.

- Плазменно-дисперсные технологии и их применение в промышленности
- Нанотехнологии на основе проточных дуговых разрядов
- Комплексное физическое и математическое моделирование гиперзвуковых ЛА
- Электронно-пучковые технологии и их применение в промышленности
- Электрофизические свойства грунтов
- Плазменная очистка на МКС
- Управление горением для уменьшения выбросов радиоактивных отходов
- Многофазные расходомеры

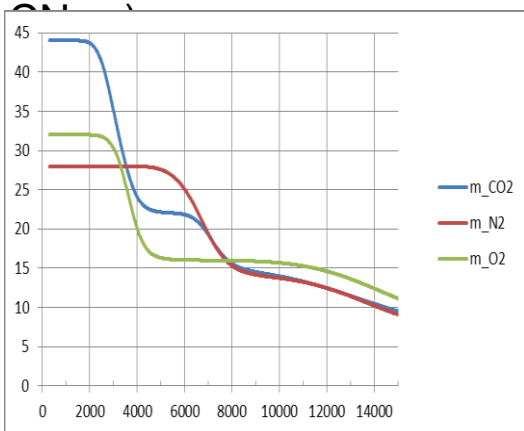
# Исследование физических процессов необходимых для корректного численного моделирования вхождения КА в плотные слои атмосферы

## Модель “индивидуальное равновесие”

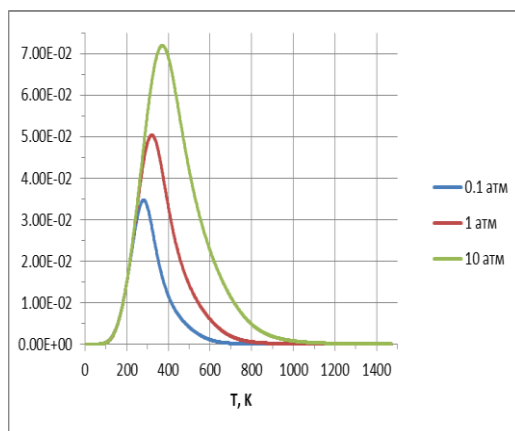
Газовая смесь состоит из трёх компонентов:

- продукты абляции (A),
- окислитель (O),
- нейтрал (N).

Все три компонента пребывают в состоянии “независимого” термо-химического равновесия. Под независимостью подразумевается отсутствие в потоке “перекрёстных” компонентов типа NO, NO+, O, O<sup>+</sup>.



Молярные массы химически равновесных смесей CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> [г моль<sup>-1</sup>] при давлении 1 атм



Молярная доля NO в термодинамически равновесном воздухе

## Режим “Сублимация”

$$\dot{m} = \frac{\mu}{Sc_A} \frac{Y_{A,w} - Y_{A,c}}{y} \quad Y_{A,w} = X_{A,w} \frac{m_w}{m_A} \quad X_{A,w} = \frac{P_{A,sat}(T_{w,abs})}{P_{abs}}$$

## Режим “Кинетика+диффузия”

$$\dot{m} = m_c r = \dot{m}_{CO_2} - \dot{m}_{O_2} = (m_{CO_2} - m_{O_2}) r = f(T_w, P_w) \left( \frac{m_w}{m_{O_2}} \right)^n Y_{O_2,w}^n$$

$$m = 2 \cdot 10^5 \cdot \left( \frac{P_{abs}}{101325} \frac{m_w}{m_{O_2}} Y_{O_2,w} \right)^{1/2} \exp \left[ - \frac{22852}{T_{w,abs}} \right]$$

$$J_{O_2} = \dot{m}_{O_2} = -m_{O_2} r$$

$$\frac{\mu}{Sc_{O_2}} \frac{Y_{O_2,c} - Y_{O_2,w}}{y} = \frac{m_{O_2}}{m_c} f(T_w, P_w) \left( \frac{m_w}{m_{O_2}} \right)^n Y_{O_2,w}^n$$

## Сопряжённая задача:

$$J_{q,gas} + \dot{m}(T_w) \Delta h(T_w) + \sigma \varepsilon T_{w,abs}^4 = J_{q,solid}$$

$$\dot{m}(T_w) = \frac{1}{\Delta h(T_w)} \left[ \lambda_{solid} \frac{T_{c,solid} - T_w}{y_{solid}} + \lambda_{gas} \frac{T_{c,gas} - T_w}{y_{gas}} - \sigma \varepsilon T_{w,abs}^4 \right]$$

# Расчеты и эксперименты по измерению температуры тела на разных глубинах при плазменном воздействии на обрабатываемую поверхность

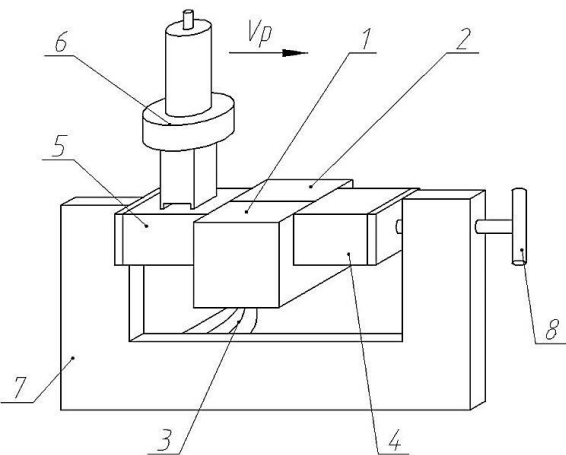
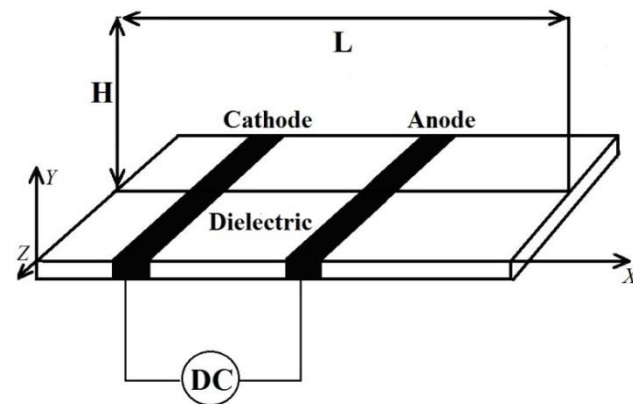
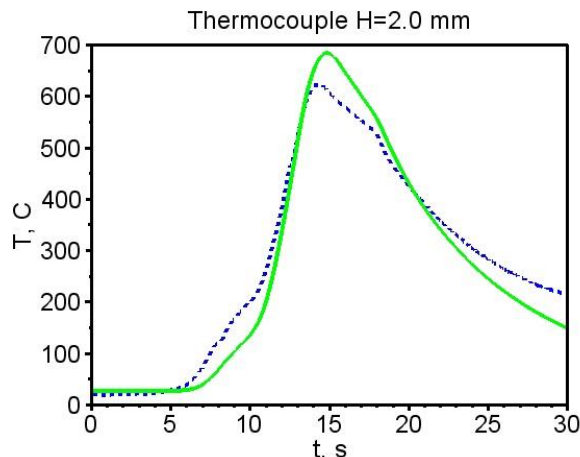
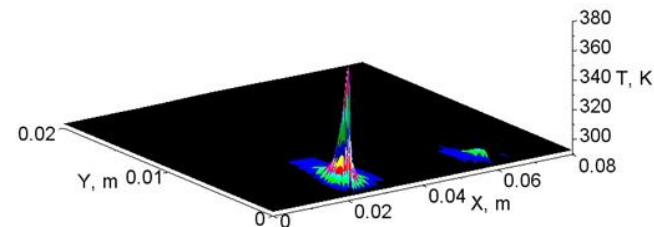
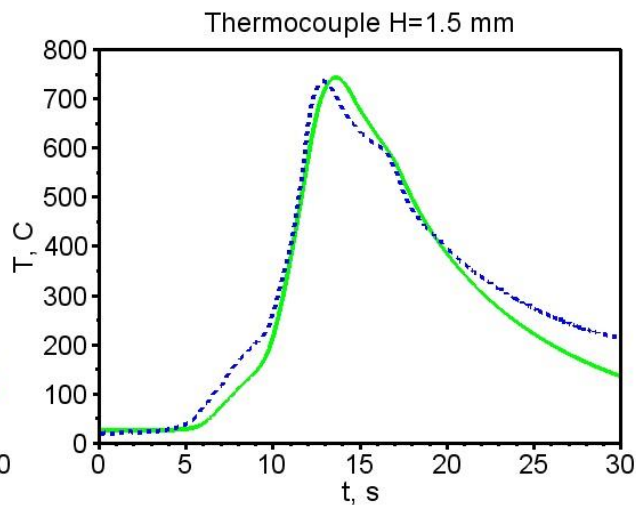
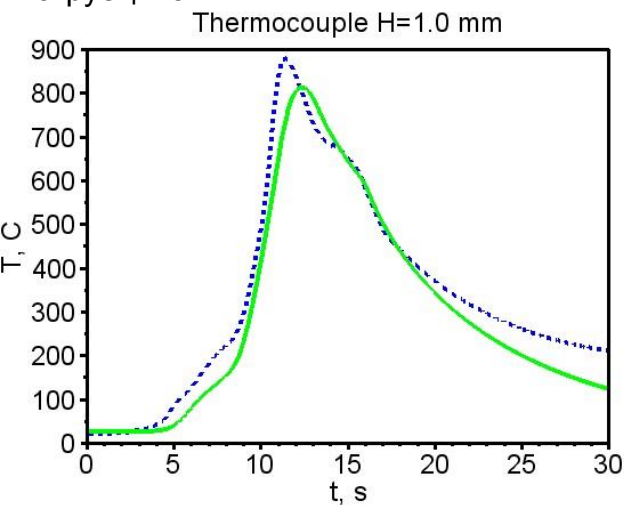


Схема экспериментального стенда: 1, 2 – рабочий участок; 3 – термопарные провода; 4, 5 - проставки; 6 - устройство для плазменной обработки; 7, 8 – струбцина.



Геометрия



Поле температур

На графиках зеленая сплошная кривая - расчет, пунктирная синяя – эксперимент.

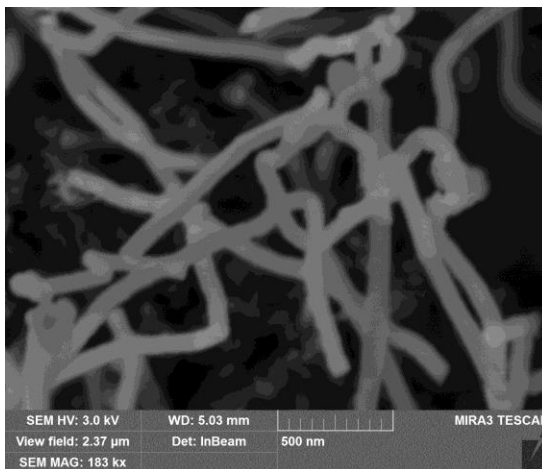
(Зав. лаб. 4.1.2, к.ф.-м.н., Дмитрий Викторович Терешонок, тел. (495) 485-96-66, зав. отделом №4.2., д.т.н. Александр Семенович Тюфтяев, тел. (495) 485-84-77)

# Высокоэффективный синтез углеродных наноматериалов в термической плазме

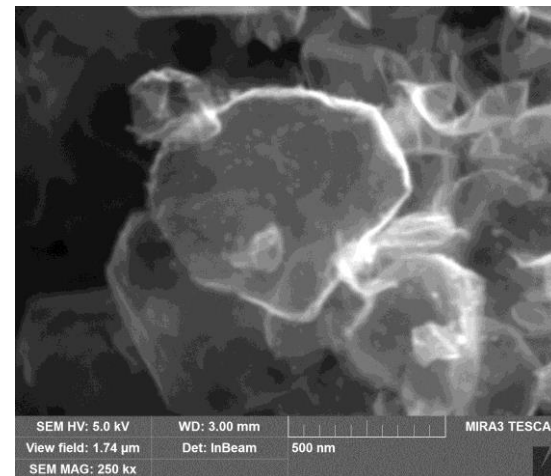


Плазмоструйный реактор

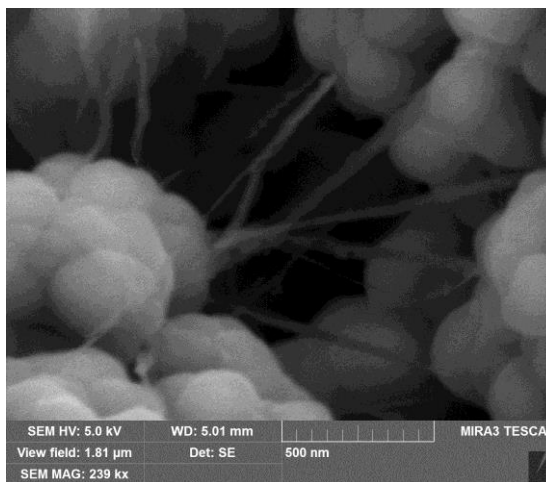
Установлены режимы для синтеза наноматериалов заданной структуры (двухмерной и трехмерной): углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон и графеновых хлопьев.



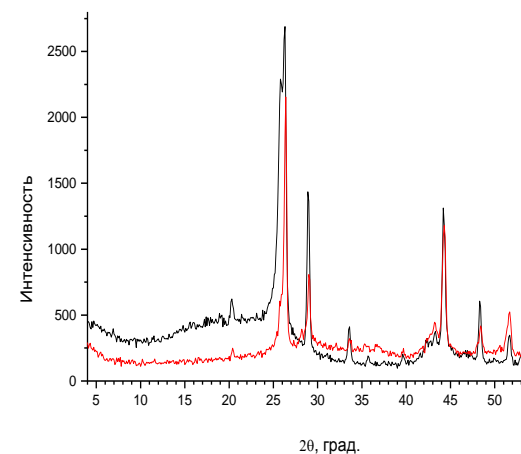
Углеродные нанотрубки



Графеновые структуры



нанонити

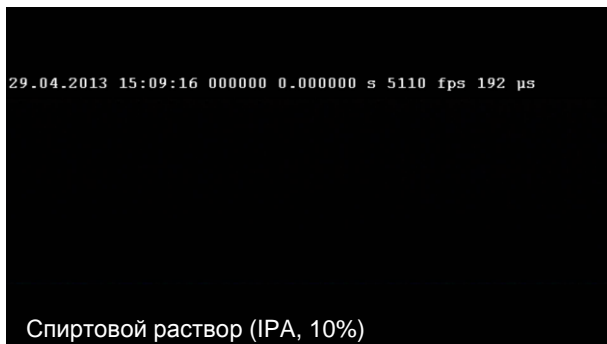


Дифрактограмма углеродных нанотрубок

(Зав. лаб. № 2.13.1 д.ф.-м.н. Равиль Хабибулович Амиров тел. (495) 485-90-09, зам. зав. отд. № 4.2., к.т.н. Марина Борисовна Шавелкина тел. (495) 485-84-77)

## Пробой в микропузырьковой среде в спиртовом растворе

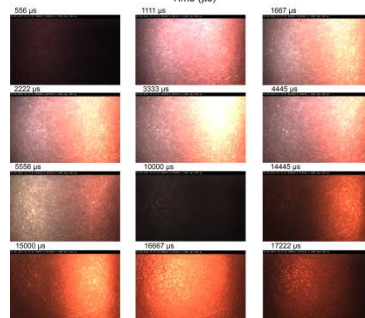
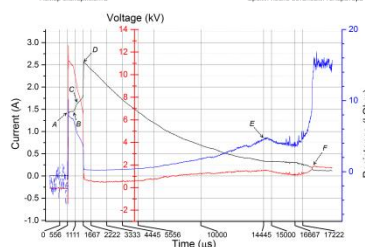
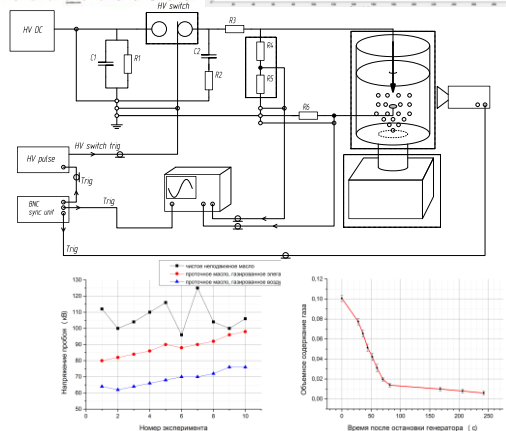
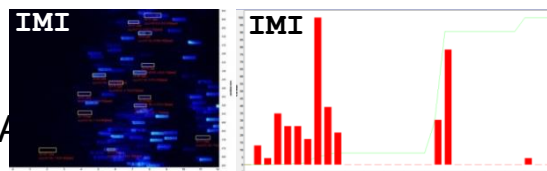
- Генерация микропузырьков
- Контроль размеров
- Механизмы развития разряда, ВА



## Участие в конференциях, публикации:

- **Elbrus 2014**
- **Конференция МФТИ 57**
- **VIII Всероссийская конференция по физической электронике**
- **ФНТП 2014**
- *High Temperature, 2014, Vol. 52, No. 5, pp. 770–773*
- *High Temperature, 2014, Vol. 52, No. 6, pp. 797–802.*
- *Прикладная физика, 2014, № 4, с. 20-25*

В.А. Панов, лаб. 4.2.1



## Пробой в трансформаторном масле

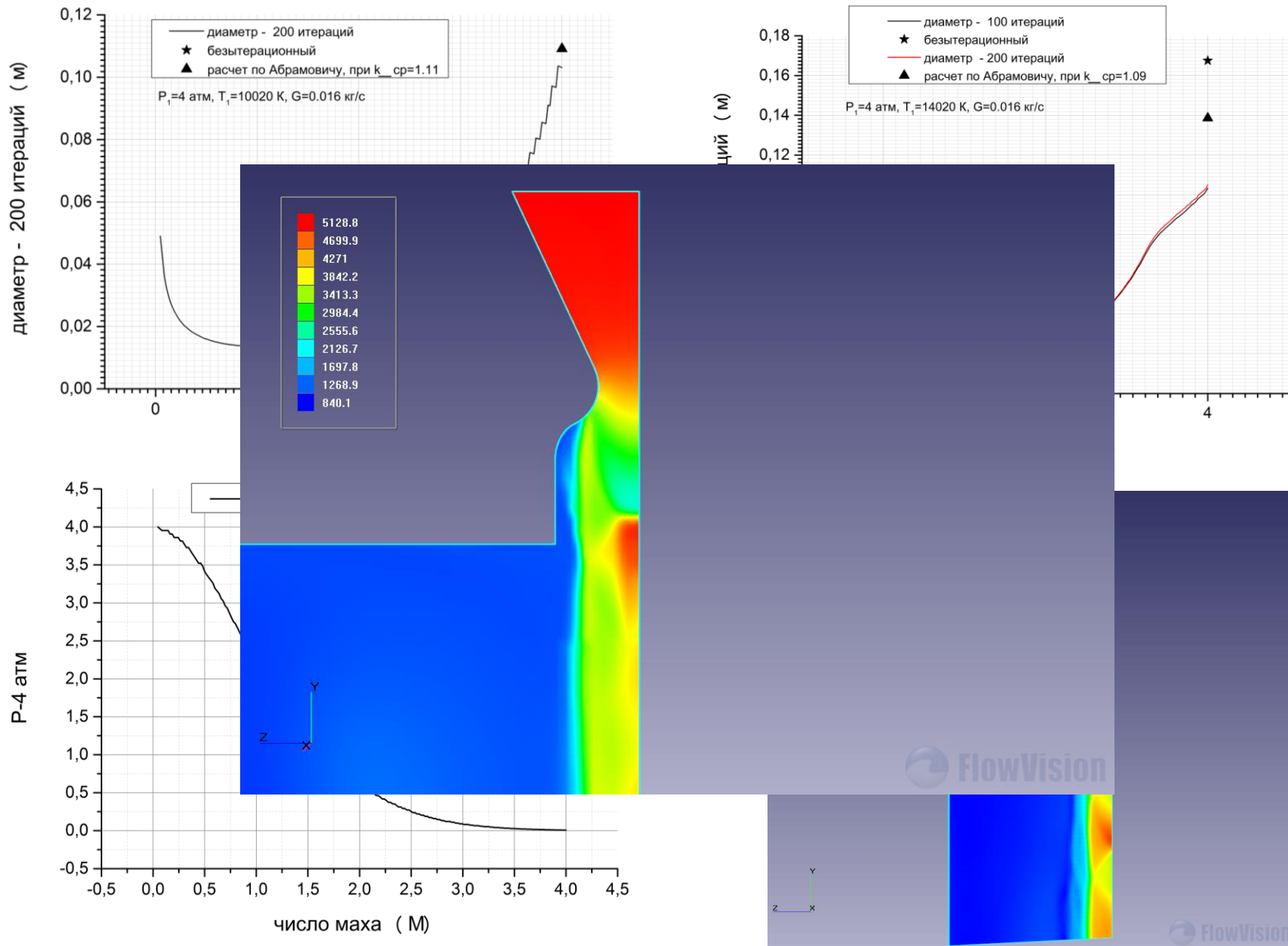
- Генерация микропузырьков
- Температурная зависимость параметров разряда
- Зависимость пробойного напряжения от газосодержания



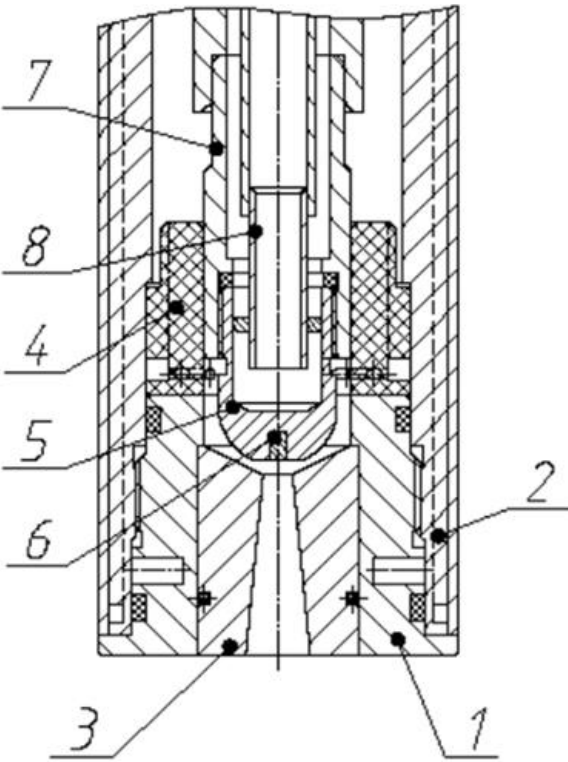
- Задающий генератор задержек BNC575
- Ультразвуковой комплекс (22, 44, 88 кГц)
- DC HV Spellman (+/-) источник на 100 кВ
- Разрядники управляемые и на самопробое (40, 50, 60 кВ)
- Осциллограф LeCroy HDO4054
- High Speed Camera Photron SI-Z, 2 Mfps
- Усилитель изображения, 190-380 nm, 100 kfps, 10 ns min



# Профилирование неадиабатического сверхзвукового сопла

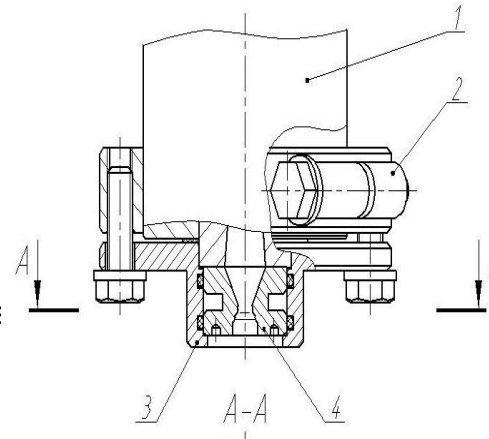


# Высокоэнтальпийный плазмотрон мощностью 50 кВт со сверхзвуковым соплом

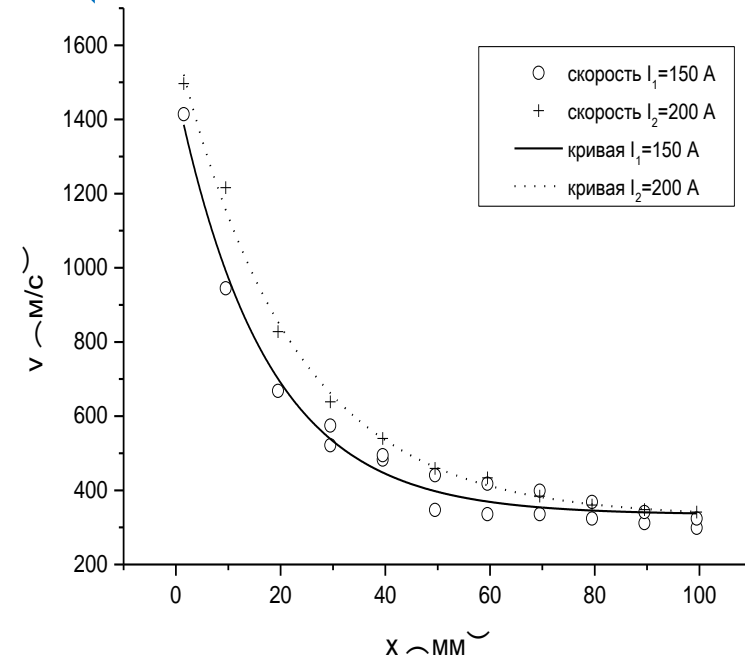


Конструкция плазмотрона

- 1 – сопло;
- 2 – корпус плазмотрона;
- 3 – анодная вставка;
- 4 – изолятор;
- 5 – катод;
- 6 – вставка из тугоплавкого материала;
- 7 – катододержатель;
- 8 – трубка охлаждения катода.



Сверхзвуковое сопло

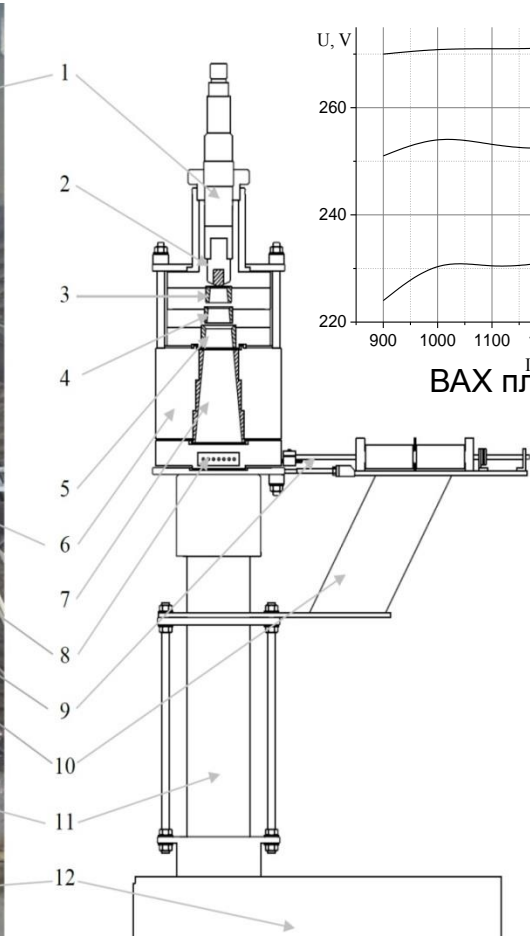


Зависимость скорости от расстояния на срезе сопла на оси газовой струи



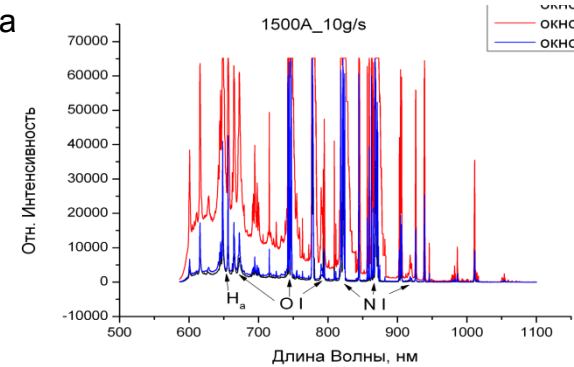
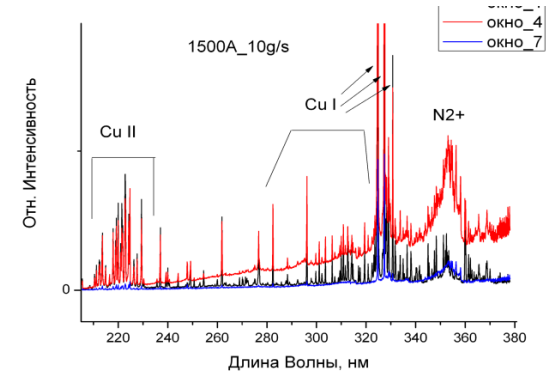
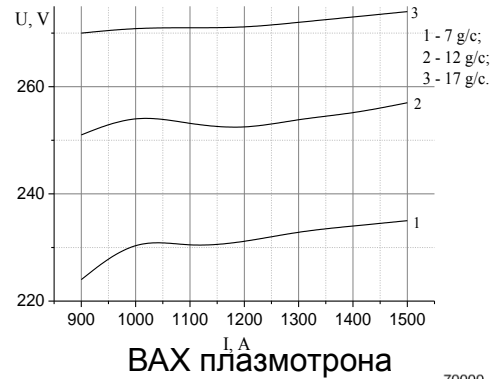
- Насадка с сверхзвуковым соплом
- 1 – плазмотрон;
- 2 – крепежное устройство;
- 3 – корпус сверхзвукового сопла;
- 4 – сверхзвуковое сопло.

# Мегаваттный генератор низкотемпературной плазмы воздуха с расширяющимся каналом выходного электрода

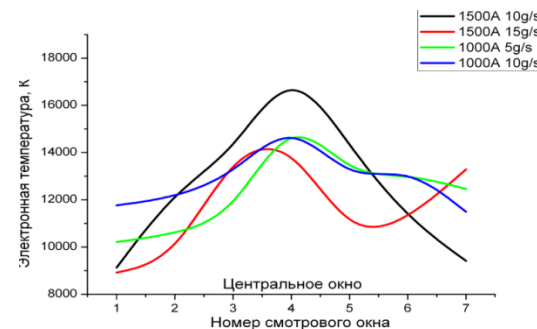


Конструкция экспериментального стенда для воздушного плазмотрона:

- 1 – катододержатель; 2 – катод; 3, 4, 5 – межэлектродная вставка; 6 – анододержатель; 7 – анод; 8 – спектроскопическая вставка со смотровым окном; 9 – зонд; 10 – подставка для зонда; 11 – труба; 12 – бак охладителя.



Спектр излучения



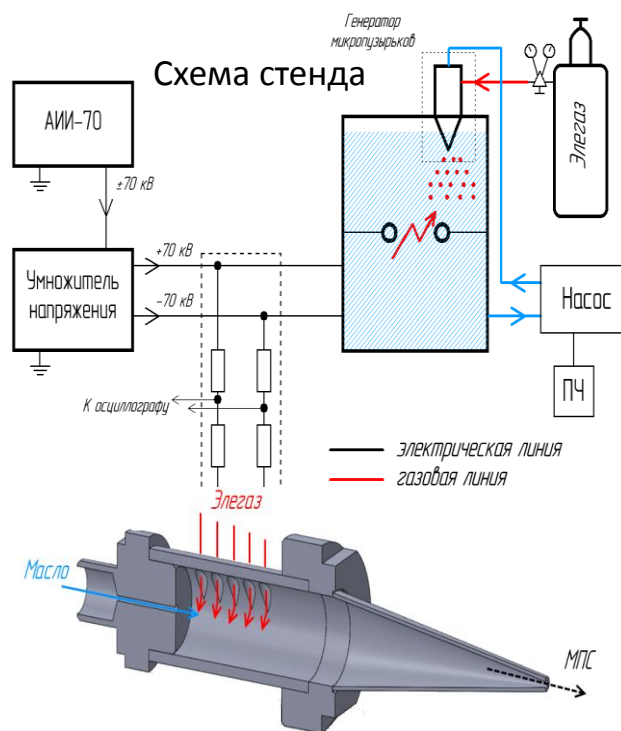
Электронная температура вдоль диаметра струи

(Зав. отделом №4.2., д.т.н. Александр Семенович Тюфтяев, тел. (495) 485-84-7)

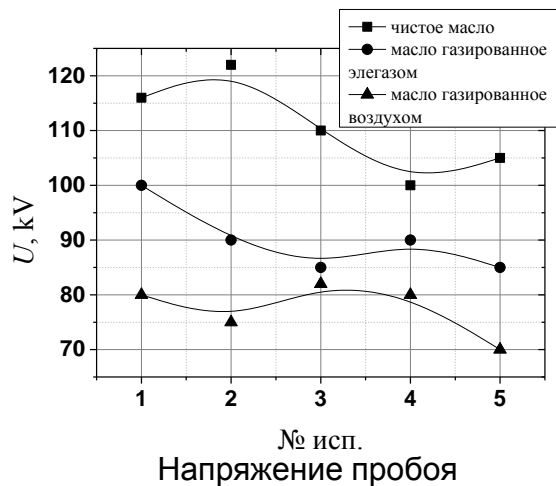
# Исследование пробоя трансформаторного масла с пузырьками воздуха или элегаза



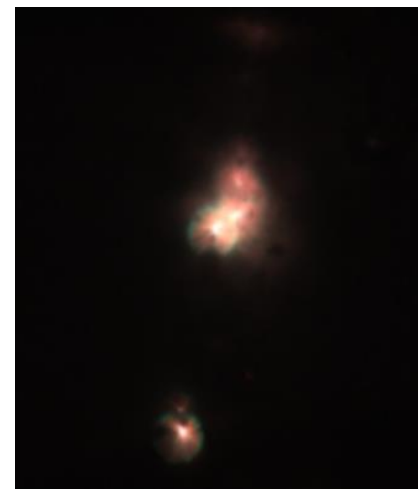
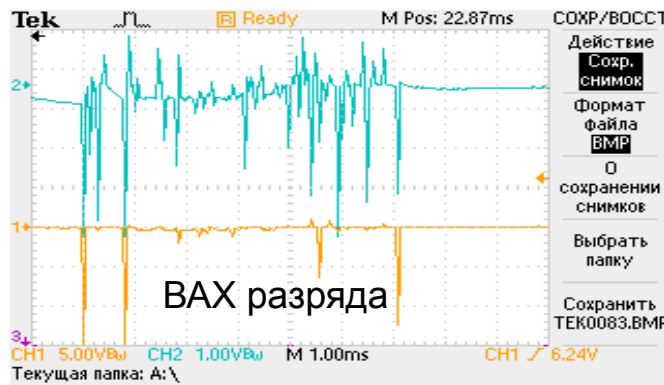
Экспериментальная установка



Пробой чистого трансформаторного масла



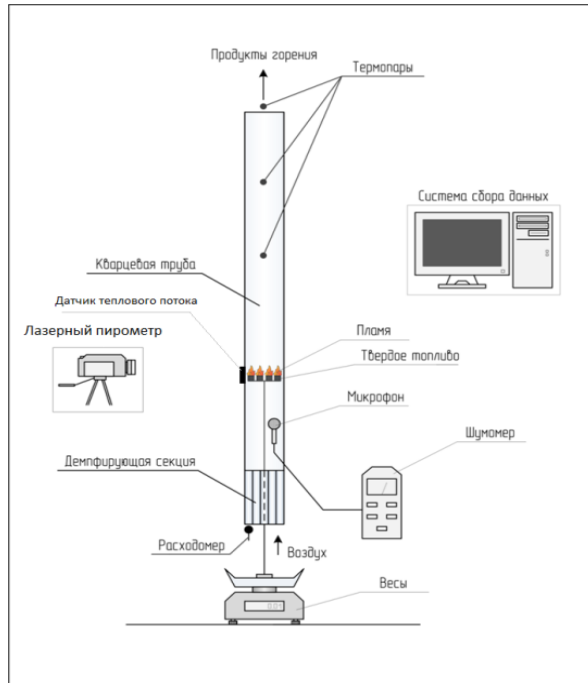
Генератор микропузырьковых сред



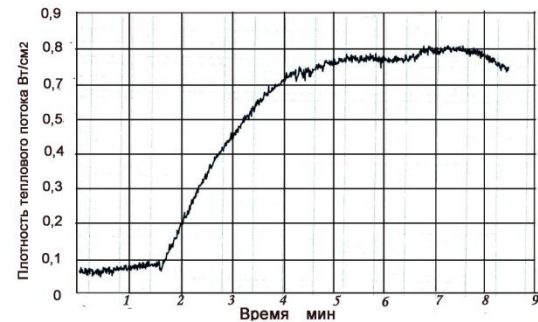
Пробой одиночных пузырьков

# Управление горением твердого биотоплива с целью снижения радиоактивных выбросов в атмосферу

## Вибрационное горение

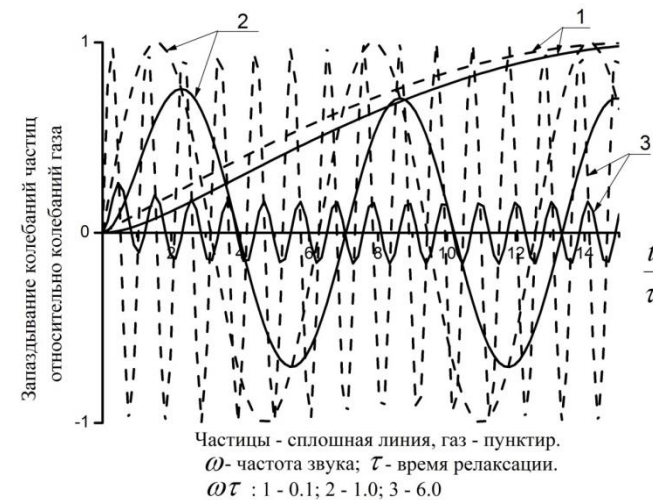


Экспериментальная установка для изучения вибрационного горения твердого топлива



Зависимость плотности теплового потока на стенке камеры сгорания от времени при вибрационном горении

Зависимость температуры пламени от времени при различных режимах горения. Вибрационное горение наблюдалось в диапазоне времени 4–9 мин



Сравнение скоростей газа и частиц при различных временах их релаксации и частотах звука.

**«Теплофизика высоких температур»  
премия МАИК-Наука-Интерпериодика  
(Шпрингер)**

**Рост импакт – фактора журналов РАН**

**В 2012-2014 гг. из (более 180 переводных  
русских журналов 5 журналов ее  
программы «Russian library of science»)  
обеспечили рост этого показателя на 100 и  
более процентов.**

**«Теплофизика высоких температур» – 168 %**

**«Астрофизический бюллетень» - 150 %**

**«Письма в ЖЭТФ» – 100 %**

**Премиальный фонд – 100 тыс. дол.**

**Из них 30 тыс. дол – ТВТ**

**В ОИВТ РАН ТВТ курирует НИЦ-4**

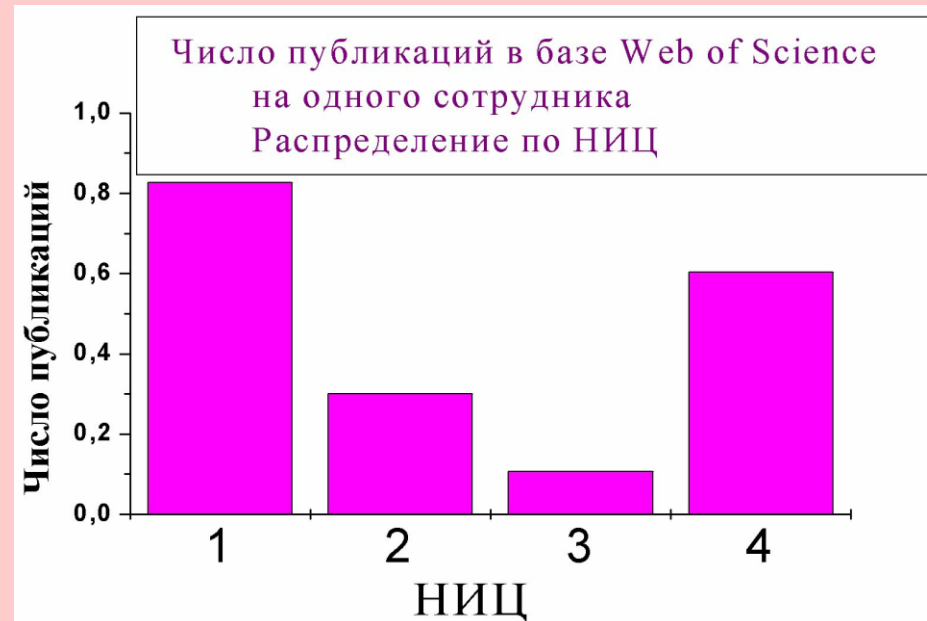


# Статистика публикаций по НИЦам

## (2014 год)

	НИЦ-1	НИЦ-2	НИЦ-3	НИЦ-4
<b>Статьи в рецензируемых журналах, имеющих импакт-фактор и статьи в журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК</b>	<b>198</b>	<b>92</b>	<b>15</b>	<b>78</b>
<b><u>На одного научного сотрудника</u></b>	<b><u>1,17</u></b>	<b><u>0,71</u></b>	<b><u>0,50</u></b>	<b><u>1,62</u></b>
<b>Другие статьи, препринты</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Доклады и тезисы докладов</b>	<b>451</b>	<b>265</b>	<b>24</b>	<b>110</b>
<b><u>Общее число публикаций на одного научного сотрудника</u></b>	<b><u>4,10</u></b>	<b><u>2,92</u></b>	<b><u>1,46</u></b>	<b><u>4,27</u></b>

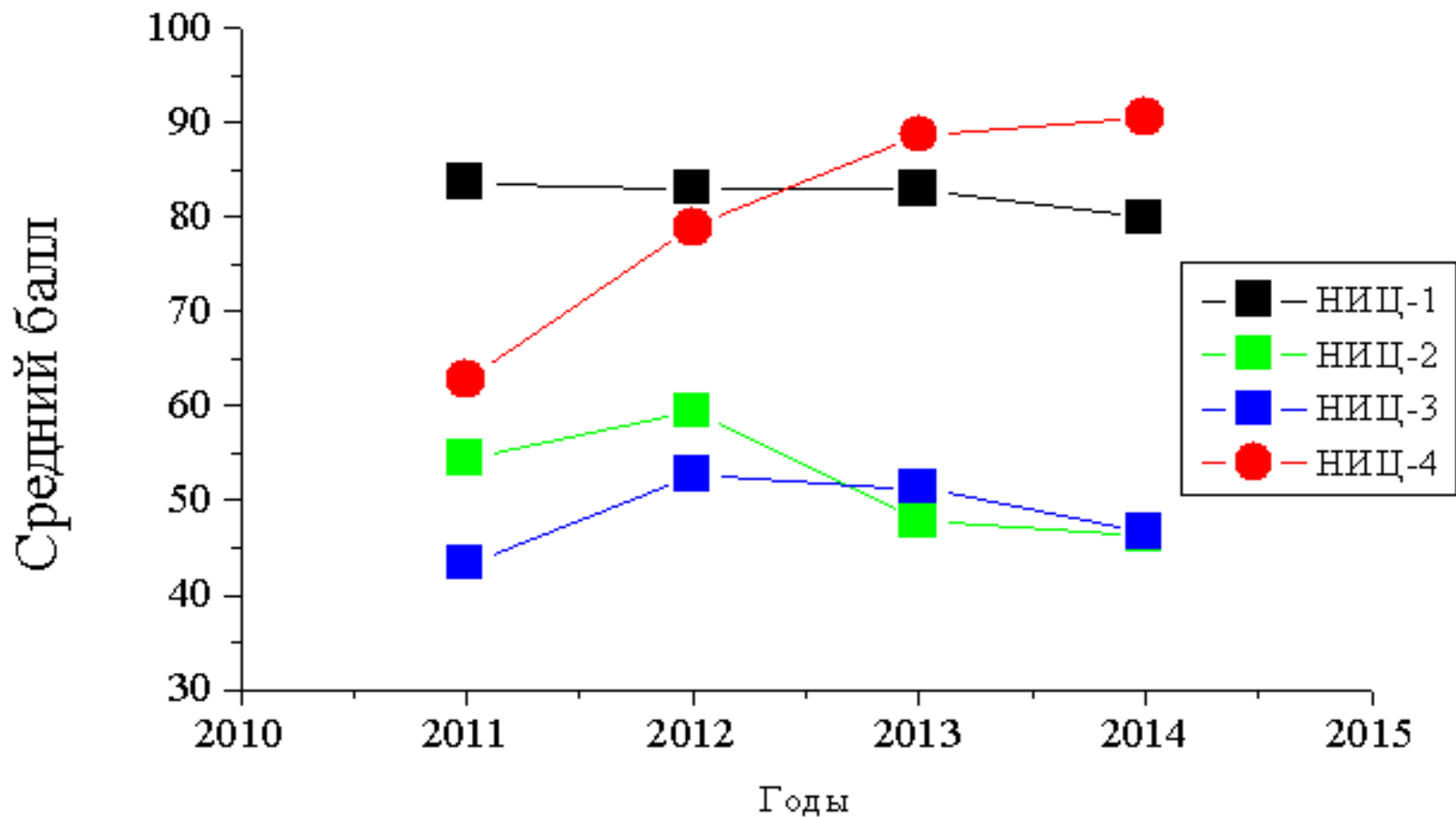
# Публикации 2014 года в базе Web of Science



7 апреля 2015 года



# Средние баллы НИЦ



7 апреля 2015 года



**Благодарю за  
внимание**