Marchuk Scientific Readings

Second Workshop on Numerical Modeling in MHD and Plasma Physics: Methods, Tools, and Outcomes

October 10-11, 2019

Moscow, Russia

Организаторы конференции

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

при поддержке

Commission B1 Computational astrophysics IAU

Сайт конференции http://conf.nsc.ru/mhd19/en

E-mail mhd2019@sscc.ru

Направления работы конференции

- Методы решения МГД уравнений
- Методы частиц-в-ячейках
- Высокопроизводительные вычисления
- Вычислительная гидродинамика
- Вычислительная физика плазмы
- Вычислительная астрофизика

Программный комитет

Victor Zhukov **co-chair**
Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Moscow, Russia
Galina Dudnikova **co-chair**
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Igor Kulikov **vice-chair**
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Edouard Audit
Atomic Energy and Alternative Energies Commission, Paris, France
Dmitry Bisikalo
Institute of Astronomy of RAS, Moscow, Russia
Konstantin Brushlinsky
Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Moscow, Russia
Igor Chernykh
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Mikhail Fedoruk
Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Программный комитет

Brad Gibson
University of Hull, Hull, United Kingdom
Boris Glinskiy
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Andrey Kozlov
Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Moscow, Russia
Galina Lazareva
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Mordecai-Mark Mac Low
Flatiron Institute, New York, USA
Mikhail Marchenko
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Sergey Moiseenko
Space Research Institute of RAS, Moscow, Russia
Boris Rybakin
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Программный комитет

Alexander Tutukov
Institute of Astronomy of RAS, Moscow, Russia
Eduard Vorobyov
University of Vienna, Vienna, Austria
Vitaly Vshivkov
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia

Организационный комитет

Marina Boronina
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Ekaterina Genrikh
ICM&MG SB RAS, Novosibirsk, Russia
Vladimir Lukin
Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Moscow, Russia
Eugene Stepin **chair**
Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Moscow, Russia
Aleksei Taiurskii
Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, Moscow, Russia

Объявление о конференции

Секции конференции

- **Математическое моделирование в физике плазмы**

  3 секции
- **Математическое моделирование в астрофизике**

  2 секции
- **Численные метода решения гидродинамических уравнений и уравнения Пуассона**
- **Высокопроизводительные вычисления в астрофизике и физике плазмы**
- **Гидродинамическое моделирование в физике Земли**

Статистика конференции

Организации	Число участников
ИПМ РАН	15
ИВМиМГ СО РАН	11
ИКИ РАН	5
ИММ УрО РАН	2
Институт астрономии РАН	1
РФЯЦ-ВНИИЭФ (Саров)	2
ОИЯИ (Дубна)	1
МГУ	1
НГУ	1
РУДН	1
ARIES (Найнитал, Индия)	1 (skype)
Flatiron Institute (Нью-Йорк, США)	1 (skype)

Модель равновесной плазмы (Брушлинский К.В.)

Plasmastatics

MHD equilibrium

$$\nabla p = [\mathbf{j}, \mathbf{H}]$$

$$\mathbf{j} = \mathrm{rot}\ \mathbf{H}$$

$$\mathrm{div}\ \mathbf{H} = 0 \quad (\rightarrow \mathbf{H} = \mathrm{rot}\ \boldsymbol{\Psi})$$

Analogue: stationary dynamic of incompressible liquid

$$\nabla\left(C - p - \frac{\mathbf{v}^2}{2}\right) = [\boldsymbol{\Omega}, \mathbf{v}] \qquad \leftarrow ((\mathbf{v}, \nabla)\mathbf{v} + \nabla p = 0)$$

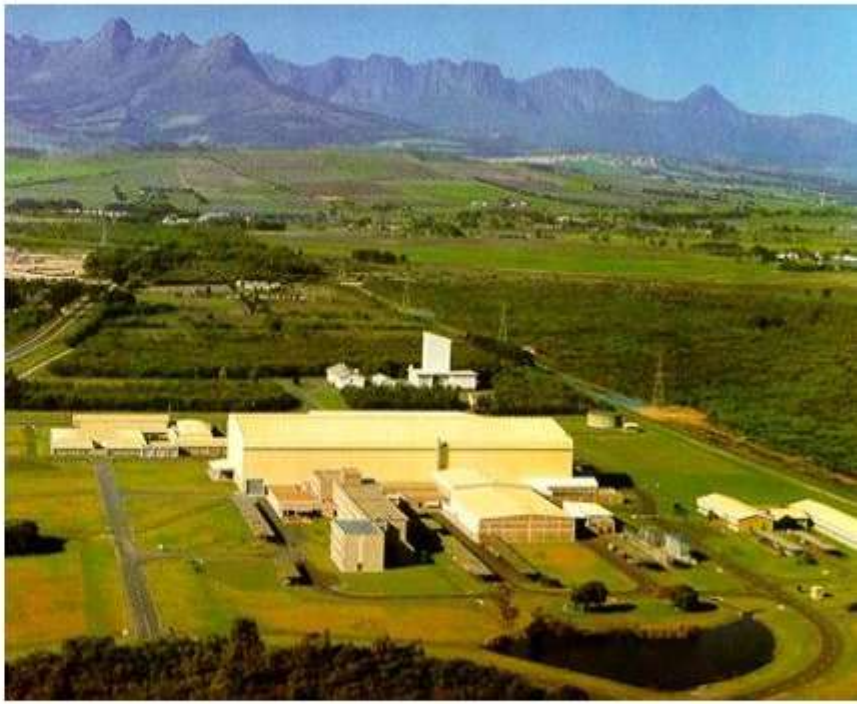
$$\boldsymbol{\Omega} = \mathrm{rot}\ \mathbf{v}$$

$$\mathrm{div}\ \mathbf{v} = 0$$

(Shafranov, 1957)

Моделирование ионного пучка (Бойцов А.)

Motivation

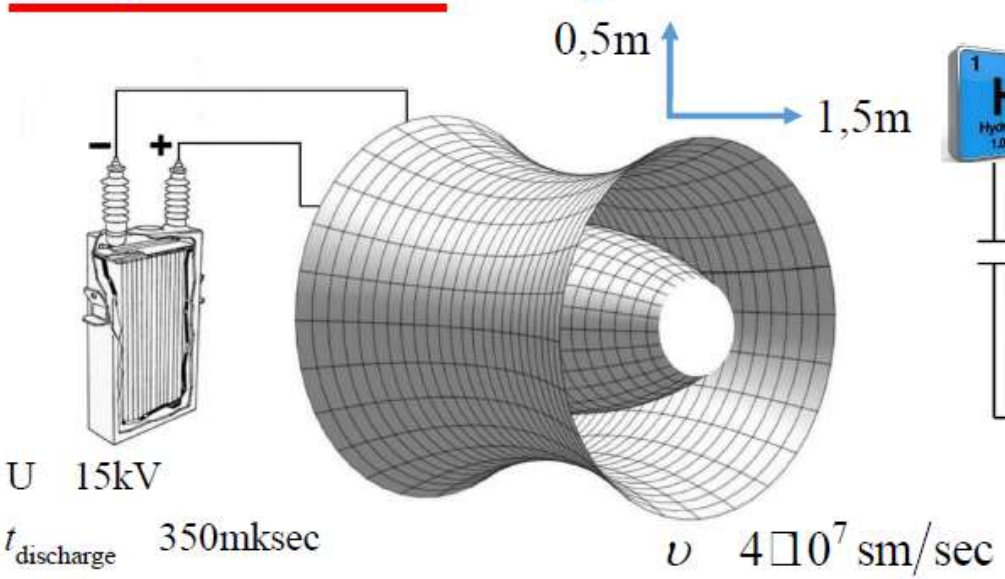


Dubna, NICA facility
Requirements for ion source:
Au^{32+} 10^9 particles per pulse
Repetition rate 50 Hz (3 pulses to Booster, less 20ms)

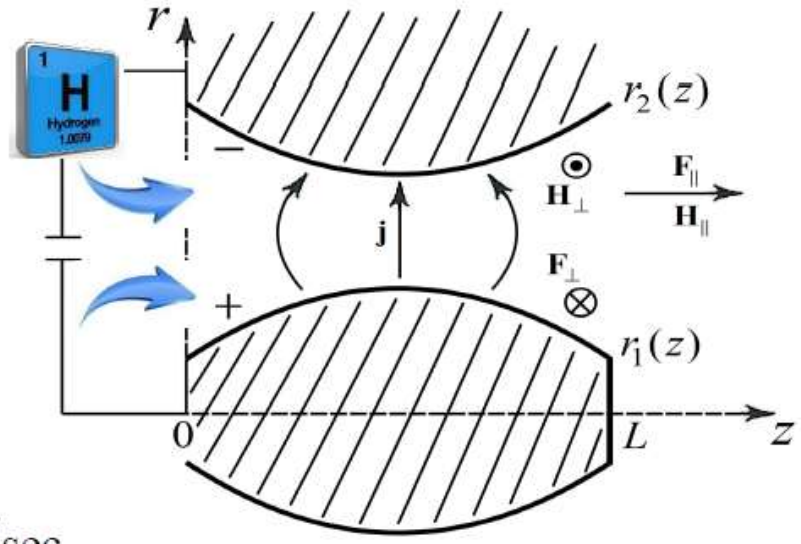
South Africa, Ithemba labs.
Charge breeding rare isotopes

Суб-Альфвеновские течения (Степин Е.)

Object of modeling



Schematic view of coaxial plasma accelerator

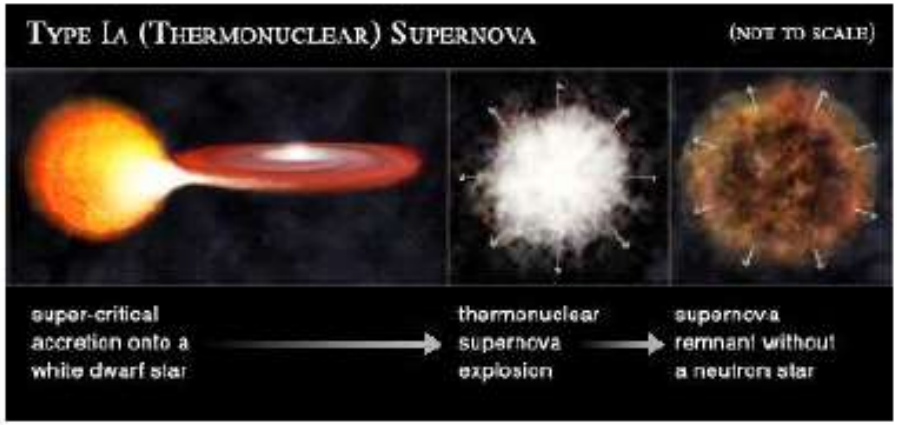


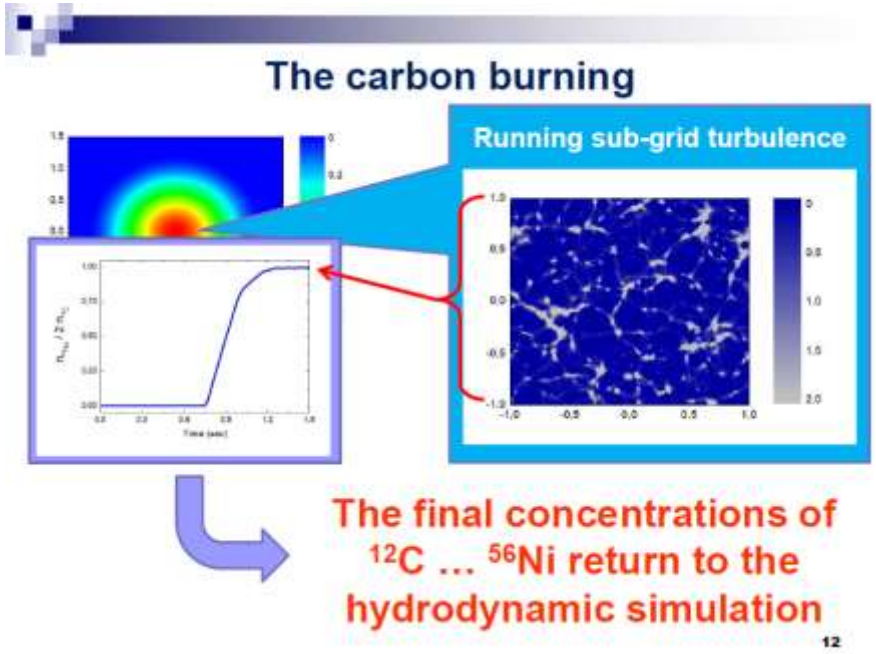
Cross-section by plane $\varphi = \text{const}$

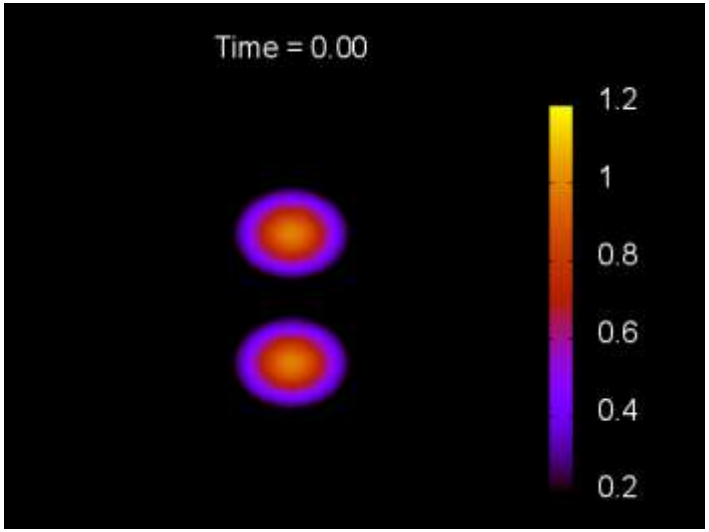
$$\mathbf{F}_{\parallel} = (1/c)\,\mathbf{j}\times\mathbf{H}_{\perp}$$ – causes plasma acceleration

$$\mathbf{F}_{\perp} = (1/c)\,\mathbf{j}\times\mathbf{H}_{\parallel}$$ – causes plasma rotation

Нестандартность сверхновой Ia (Тутуков А.В., Куликов И.М.)







Образование гидрида гелия в галактиках-медузах (Куликов И.М., Черных И.Г., Тутуков А.В.)

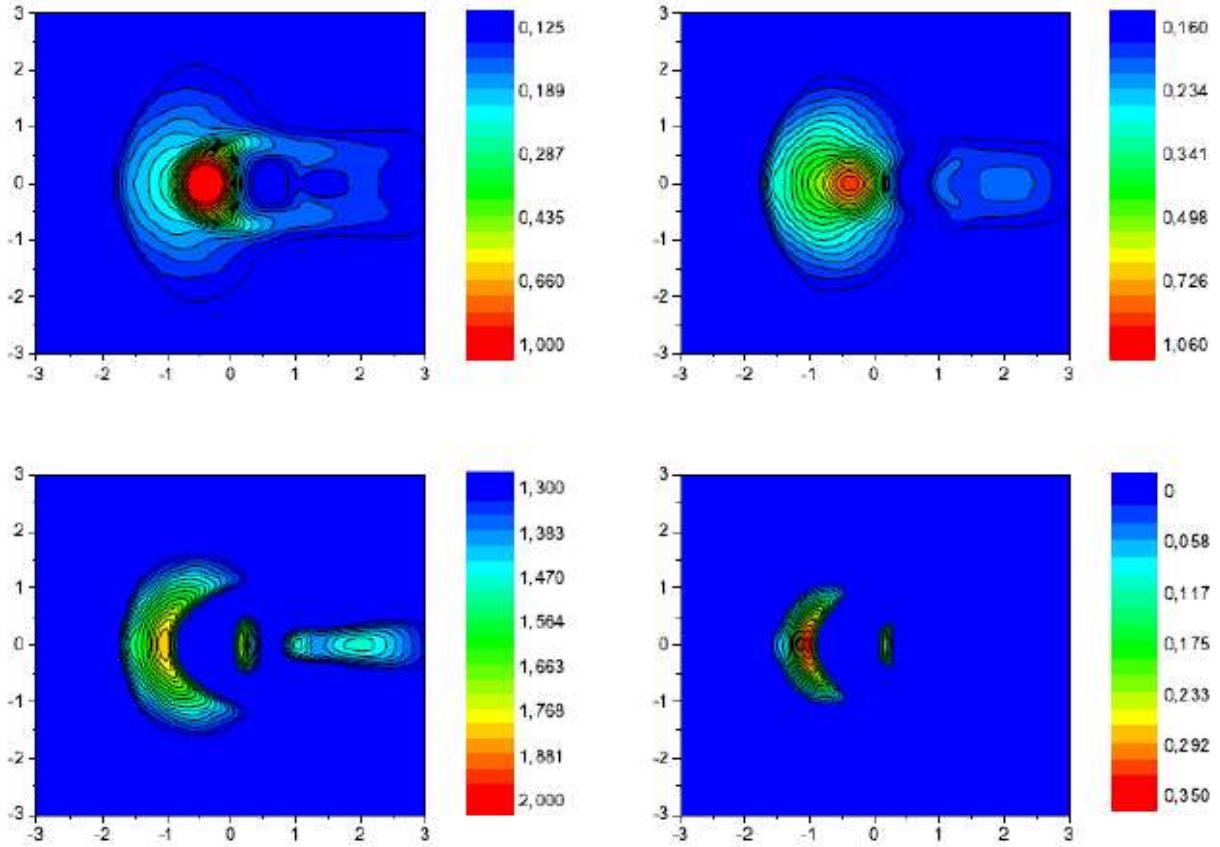


Figure 1. The density in cm^{-3} (top left), the relative pressure (top right), the temperature in T_A (bottom left) and density in 10^{-6} cm^{-3} of the helium hydride ion (bottom right).

Энергия аккреции в черных дырах (Sarkar S.)

Introduction :

- **Accretion** : Accumulation of matter onto a compact object (white dwarfs, neutron stars and black holes) due to its gravitational potential energy. Principal source of power in AGN's, in close binary systems etc.
- Energy released due to accretion : $\Delta E = \frac{GM_{\bullet}m}{R_{\bullet}} = \frac{GM_{\bullet}m}{xr_s}$

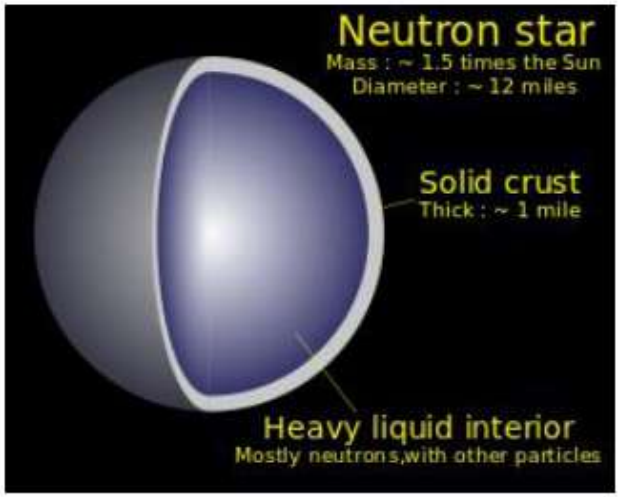
  $\Rightarrow \Delta E = \frac{mc^2}{2x}$
- Accretion flow around BHs consist of ionised plasma : protons and electrons
- Electrons have lower inertia than protons. They are the ones which radiate : Accretion flow is **bound to have two different temperatures**
- In most of the astrophysical cases : $t_{infall} < t_{ion\text{-}electron\ collision}$
  Protons and electrons become **weakly coupled.**
  => Coulomb coupling (Γ_{ep}) between electrons and protons are **not strong.**

Need correct two temp solutions, because that generates correct spectra !

Теплопроводные эффекты в нейтронных звездах (ИКИ РАН)

Neutron stars: Briefly

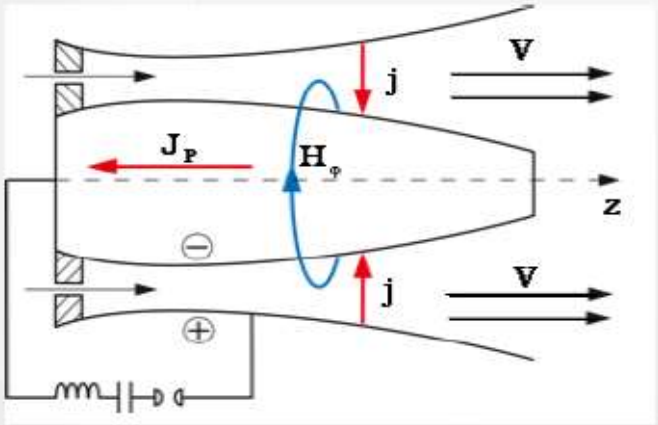
- A compact relativistic star
- The final stage of a stellar evolution of massive stars ($M \gtrsim 8 M_{solar}$)
- Products of core-collapse supernovae ($E_{expl} \sim 10^{51} ergs$)
- Very compact objects ($R \sim 10 km$)
- Huge densities $\left(\rho_c \sim 10^{14-15}\, {}^{g}/_{cm^3}\right)$
- Huge magnetic fields $\left(B_s \sim 10^{12-14} G\right)$
- Effective temperatures $T_s \sim 10^6 K$ $(isolated\ NSs)$



Перенос излучения в ионизированном газе (Козлов А.Н.)

Quasi-steady plasma accelerators (QSPA)

Scheme of a plasma accelerator



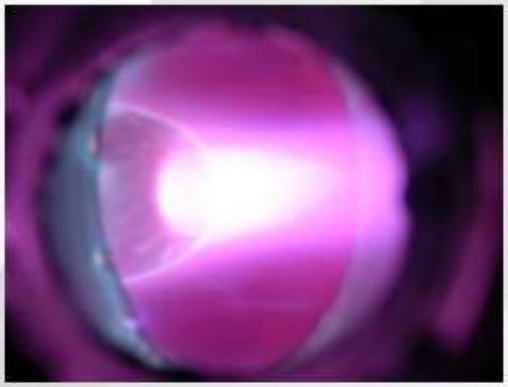
$$\mathbf{H} = \left(0, H_\varphi, 0\right) - \text{magnetic field}$$

$$\mathbf{F}_{Amp} = \frac{1}{c}[\mathbf{j}, \mathbf{H}] - \text{Ampere force}$$

$\mathbf{j}$ - current in plasma

Simple plasma accelerator

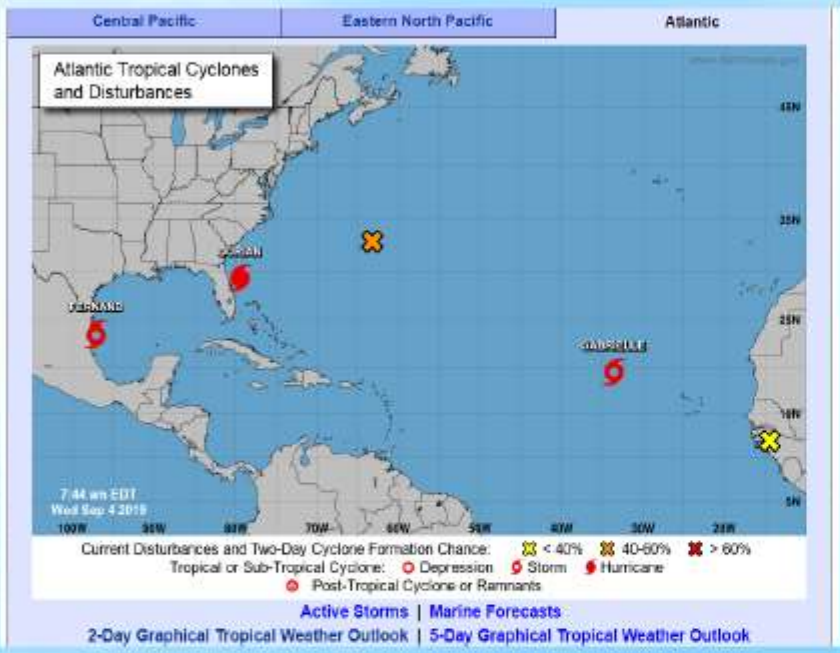
Plasma flux in the experiment



Турбулентное вихревое динамо (Левина Г.В.)

HURRICANES: MONITORING AND PREPAREDNESS

National Hurricane Center (NHC) https://www.nhc.noaa.gov/

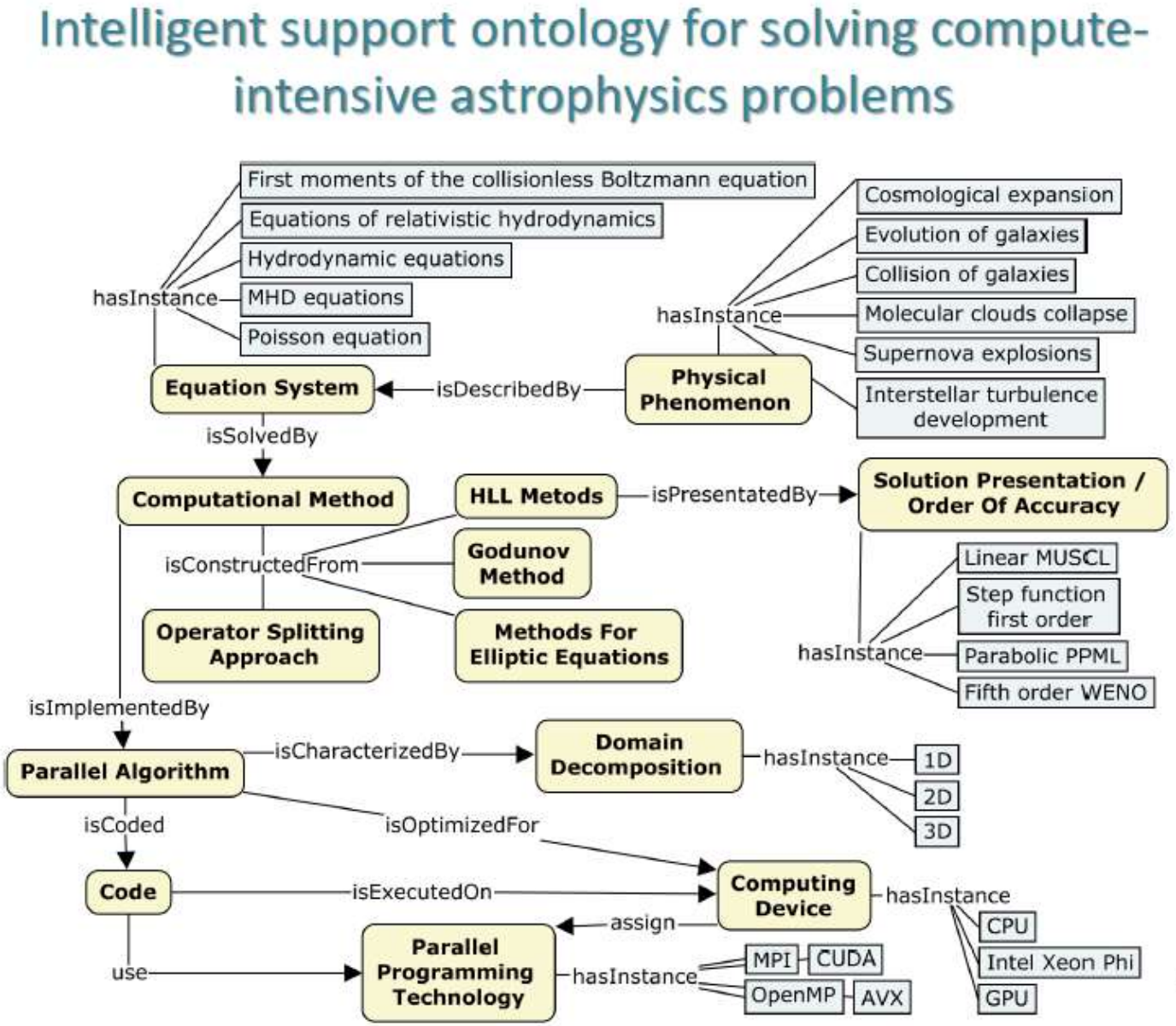


TD – tropical depression, V ≤ 17 m/s – **ALARM** – the tropical cyclone (TC) is formed

TS – tropical storm, V = 18–32 m/s

There are enough cases when, despite all efforts, TD stage is missed and TC is identified at its next stage of tropical storm – TS, and very close to heavily populated areas, e.g. TS Karl (2010) near Honduras

Генерация кодов на основе онтологий (Сапетина А.Ф.)



Чебышевские решатели (Жуков В.Т.)

Adaptation of Chebyshev iterative method

$$Au = f, \quad A = A^* > 0, \qquad Sp(A) \subset [\lambda_{min}; \lambda_{max}]$$

$$u_{k+1} = u_k - \tau_{k+1}(A u_k - f), \quad k = 0, 1, \ldots p-1,$$

u_0 is initial guess,

$$r_p = f - Au_p, \quad r_p = F_p(A)\, r_0, \quad F_p(A) = \prod_{k=p}^{k=1} (I - \tau_k A)$$

$$\{\tau_k\} = \arg\min_F \left[\max_{\lambda_{min} \le \lambda \le \lambda_{max}} |F_p(\lambda)|\right], \quad F_p(0) = 1$$

$$\tau_k^{-1} = 0.5\,(\lambda_{max} + \lambda_{min}) - 0.5\,(\lambda_{max} - \lambda_{min}) \cdot \beta_k$$

$$\beta_k \in K_p = [\cos((i - 0.5)\pi / p), \; i = 1, 2, \ldots, p] -$$

set of roots of Chebyshev polynomial T_p.

Труды конференции

Journal of Physics: Conference Series Volume 1336 2019 (WoS/SCOPUS)

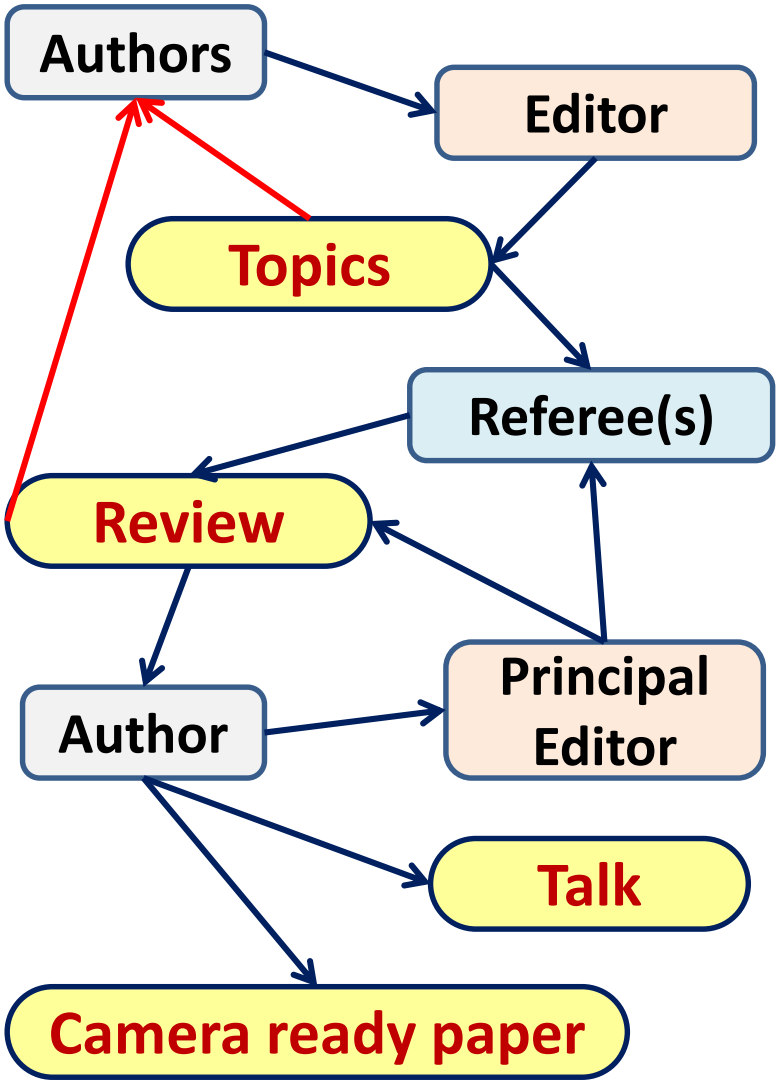
The editorial board

Brad Gibson
Hull, UK

Igor Kulikov
Russia

Igor Chernykh
Russia

The Peer Review (ApJ-like)



Благодарность

Дорогие коллеги.

Поздравляю всех участников с успешным завершением второго симпозиума по численному моделированию в магнитной газодинамике и физике плазмы. Все докладчики и организаторы внесли большой вклад в развитие отечественной и мировой науки. Надеюсь, что данный симпозиум станет заметным явлением в научной жизни всего научного сообщества на многие десятилетия вперед.

С уважением,
А.Н. Козлов,
Главный научный сотрудник,
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН,

Профессор кафедры вычислительной механики,
Механико-математический факультет,
МГУ им. М.В. Ломоносова

Фото конференции

Marchuk Scientific Readings

Third Workshop on Numerical Modeling in MHD and Plasma Physics: Methods, Tools, and Outcomes. Honor of Academician Guri. I. Marchuk 95th Birthday

October 7 – 9, 2020
Lake Teletskoye, Russia