



# Платформа HybriLIT – экосистема для проведения расчетов и разработки новых ИТ-решений

О.И. Стрельцова

От имени

Группы по гетерогенным вычислениям HybriLIT

Лаборатория информационных технологий им. М.Г. Мещерякова

Объединенный институт ядерных исследований

19 декабря 2023





# Состав Группы по гетерогенным вычислениям hYbriLIT



Подгайный  
Дмитрий Владимирович



Адам Георг



Стрельцова  
Оксана  
Ивановна



Беляков  
Дмитрий  
Викторович



Мартин  
Валя



Матвеев  
Михаил Александрович



Кокорев  
Александр Анатольевич



Бутенко  
Юрий Александрович



Бежанян  
Татевик Жораевна



Пелеванук  
Игорь Станиславович



Мошкин  
Андрей Анатольевич



Воронцов  
Алексей Сергеевич



Киракосян  
Маргарит Хачиковна



Торосян  
Шушаник Грачевна



Вальова Луция



Айриян  
Александр  
Сержикович



Любимова  
Мария  
Александровна



Зуев  
Максим Игоревич



Аникина  
Анастасия Игоревна



Заикина  
Татьяна Николаевна



Башашин  
Максим Викторович



Земляная  
Елена Валерьевна



Стрельцов  
Алексей Иванович



Сапожникова  
Татьяна Федоровна

# Основные задачи Группы HybriLIT

1



**Развитие платформы  
HybriLIT**

2



**Программно-  
информационная  
поддержка  
пользователей**

3



**Разработка и внедрение  
новых ИТ- решений**

4



**Разработка сервисов  
для решения  
прикладных задач**

5

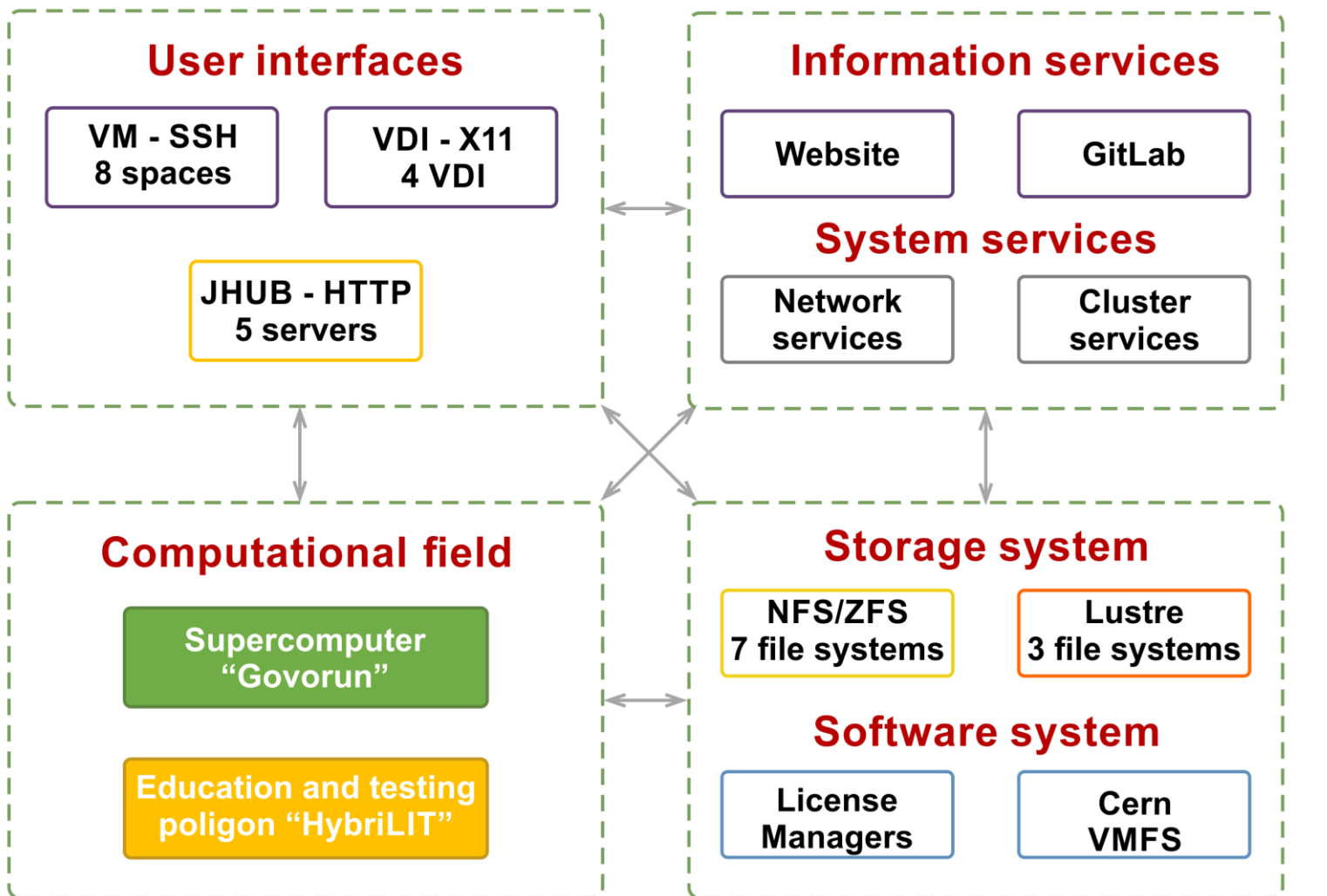


**Образовательная  
деятельность**





## Unified software-hardware environment



Экосистема  
ML/DL/HPC  
платформы  
HybriLIT



Полигон для  
КВАНТОВЫХ  
ВЫЧИСЛЕНИЙ



**Cluster HybriLIT 2014:**  
Full peak performance:  
**140 TFlops** for single precision;  
**50 TFlops** for double precision



**#18 в Top50**

**“Govorun” supercomputer**  
First stage **2018:**  
Full peak performance :  
**1 PFlops** for single precision  
**500 TFlops** for double precision  
**9th** in the current edition of the **IO500**  
list (July 2018)



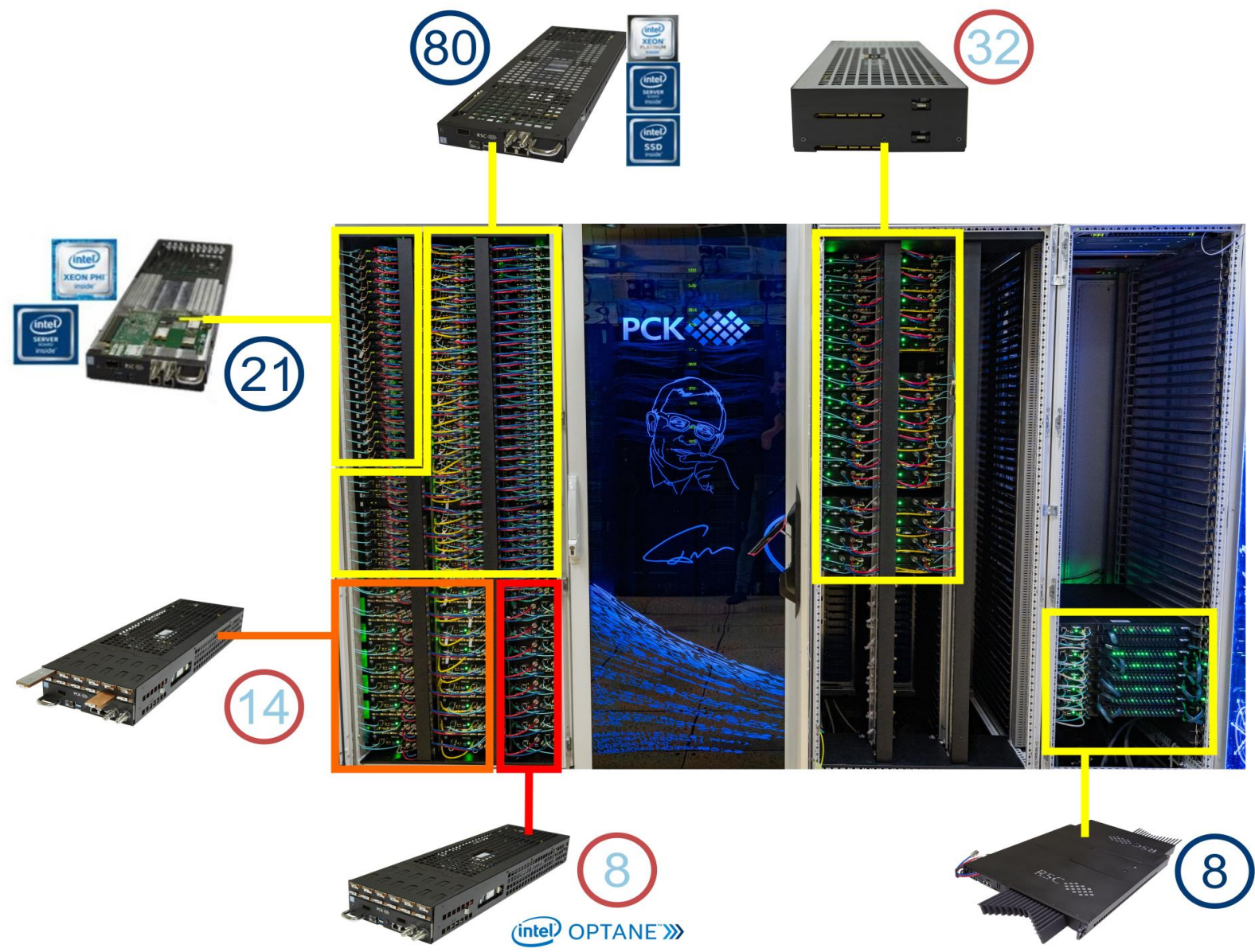
**#10 в Top50**

**“Govorun” supercomputer**  
Second stage **2019:**  
Full peak performance :  
**1.7 PFlops** for single precision  
**860 TFlops** for double precision  
**288 TB CCXД** with I/O speed **>300 Gb/s**  
**17th** in the current edition of the **IO500** list  
(July 2020)

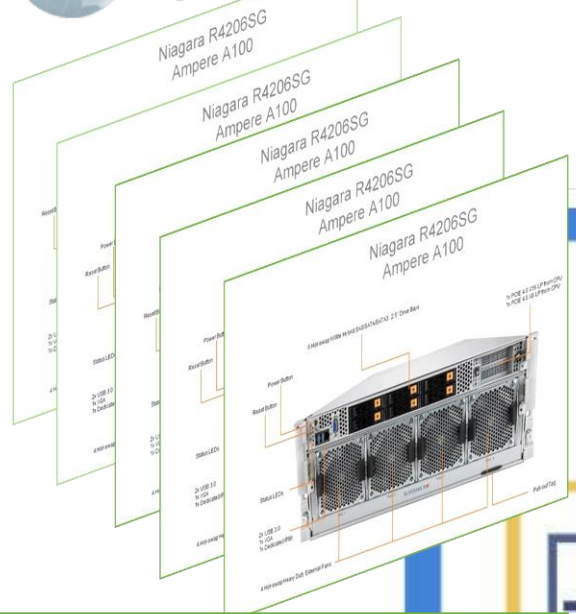


**Russian DC Awards 2020 in**  
**“The Best IT Solution for Data**  
**Centers”**

# Суперкомпьютер «Говорун»: CPU-компонента



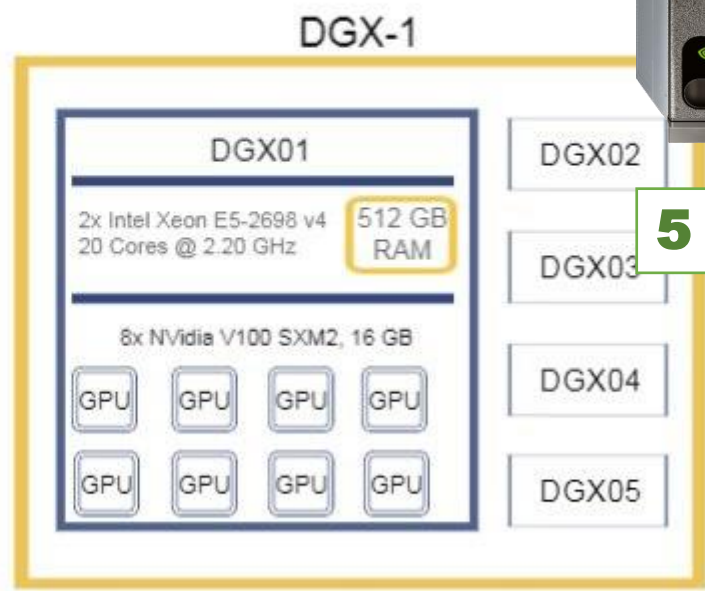
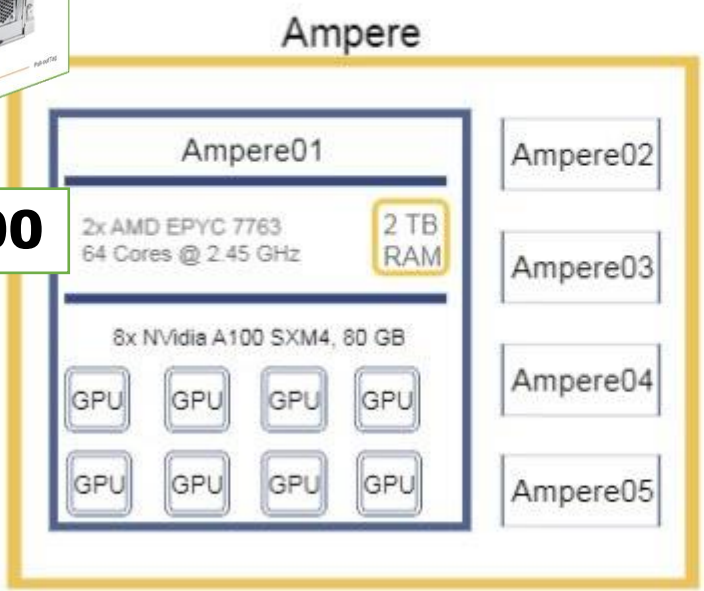
## 80 GPU NVIDIA



**5 x 8 NVIDIA A100**

**NEW 2023**

### СК "Говорун" GPU компонента



**5 x 8 NVIDIA V100**





## Warm NFS/ZFS

**Students Home**  
store[1].hydra.local

**Backups**  
store[2].hydra.local

**Lustre MLIT-LHEP**  
store[3-4].hydra.local (MLIT)  
lustre[01-02].jinr.ru (LHEP)

**User Home (old)**  
store[5].hydra.local

**MPD data storage**  
store[6].hydra.local

**BMN data storage**  
store[7].hydra.local

## Warm NFS/ZFS

**User Scratch (ZFS)**  
s03p002.gvr.local  
/zfs/scratch

## Warm Lustre

**User Home**  
s03p001.gvr.local  
/lustre/home

## Hot Lustre

**User Scratch (Lustre)**  
«Lustre 12x12»  
s01p[01-02].gvr.local  
s02[01-12].gvr.local  
/lustre/stor1

**MPD data storage**  
«Lustre ruler x4»  
s03p[03-06].gvr.local  
/lustre/stor2

## Data storage system

# 8.6 PB



# HLIT-VDI (Virtual Desktop Infrastructure)

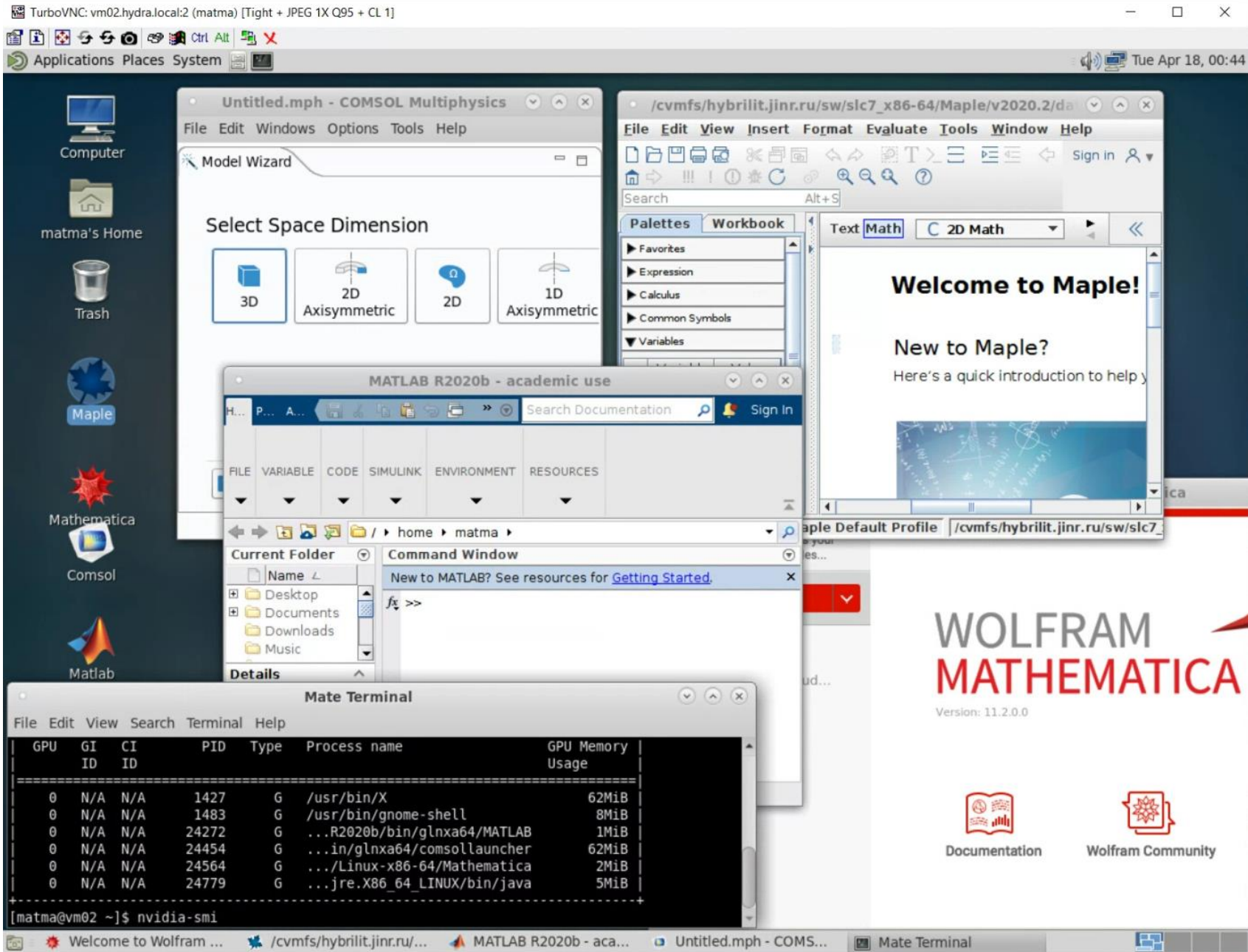
## 4 VIRTUAL MACHINES

Centos 7.9  
RAM 24 Gb  
Nvidia Tesla M60, 8 GB  
1 Gbit / sec

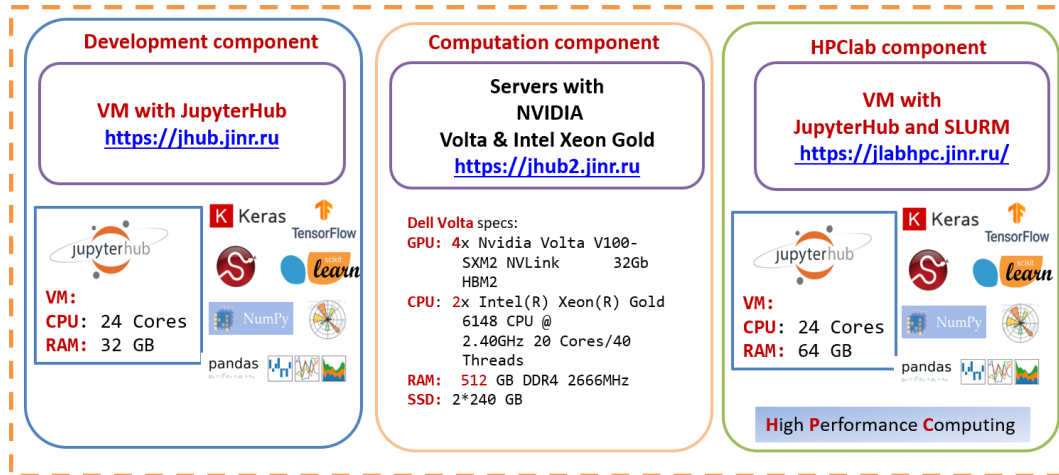
## 10 USERS

## SOFTWARE

Comsol  
Maple  
Mathematica  
Matlab



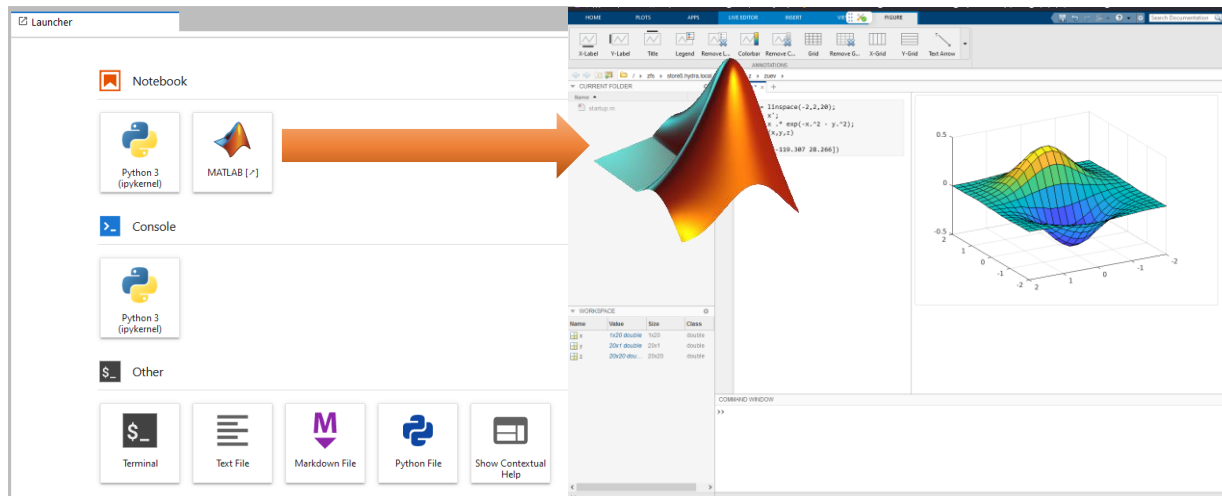
# ML/DL/HPC Ecosystem of the HybriLIT Heterogeneous Platform: New Opportunities for Applied Research



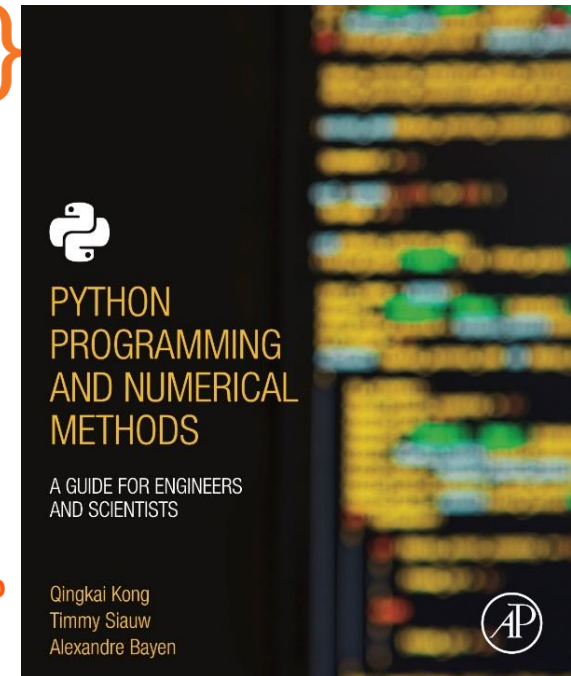
The ML/DL/HPC ecosystem is now actively used for machine and deep learning tasks. At the same time, the accumulated tools and libraries can be more widely used for scientific research, including:

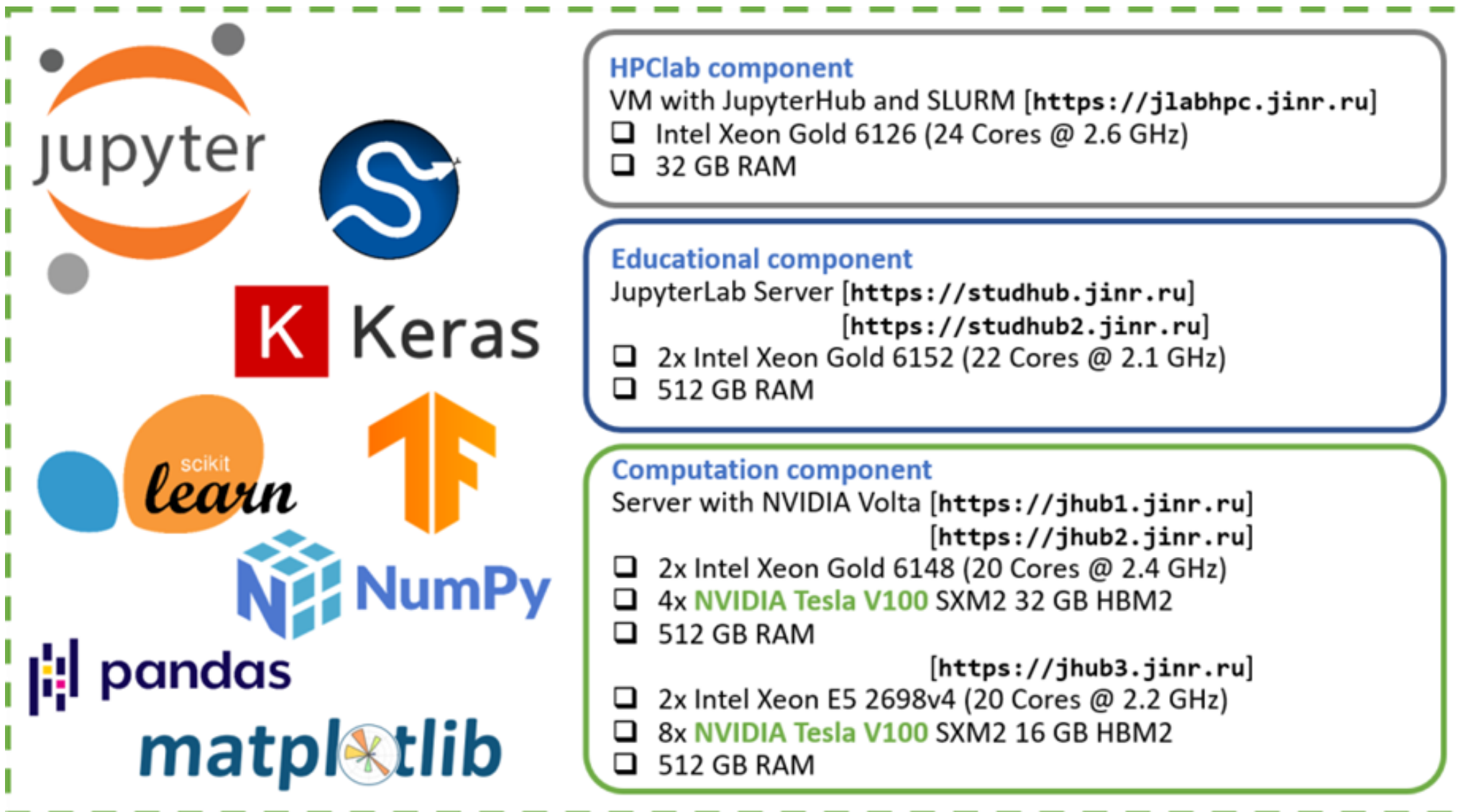
- numerical computations;
- parallel computing on CPUs and GPUs;
- visualization of results;
- accompanying them with the necessary formulas and explanations.

In 2022, on the ML/DL/HPC ecosystem, it became possible to run the MATLAB code in Jupyter Notebook, which allows one to effectively perform applied and scientific computations.



## Python Numerical Methods





## Notebook

Python 3 (ipykernel)   Cirq   PennyLane   Qiskit

## Console

Python 3 (ipykernel)   Cirq   PennyLane   Qiskit

## Other

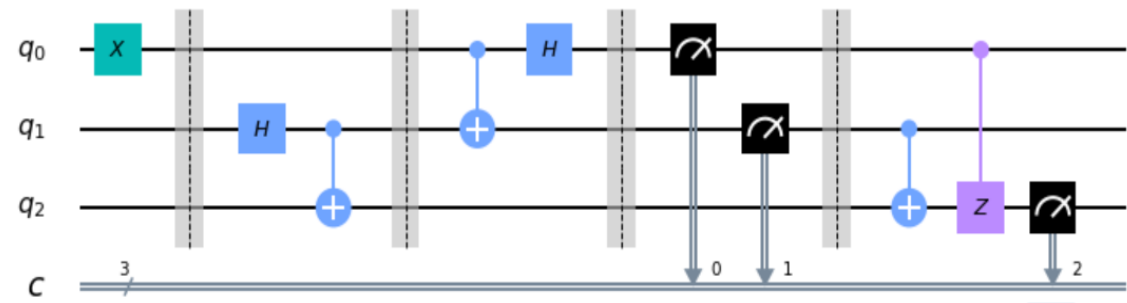
Terminal   Text File   Markdown File   Python File   Show Contextual Help

<https://jhub3.jinr.ru>

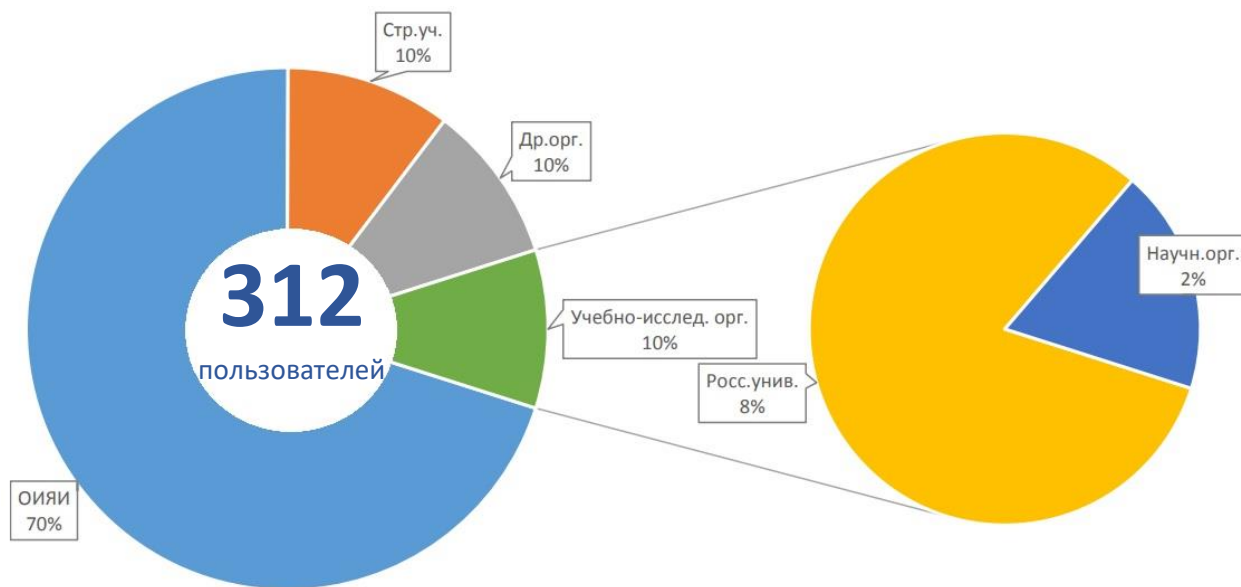
**Характеристика сервера:**

- 2x Intel Xeon E5 2698v4 (20 Cores @ 2.2 GHz),
- 512 GB RAM,
- 8x NVIDIA Tesla V100 SXM2 16 GB HBM2

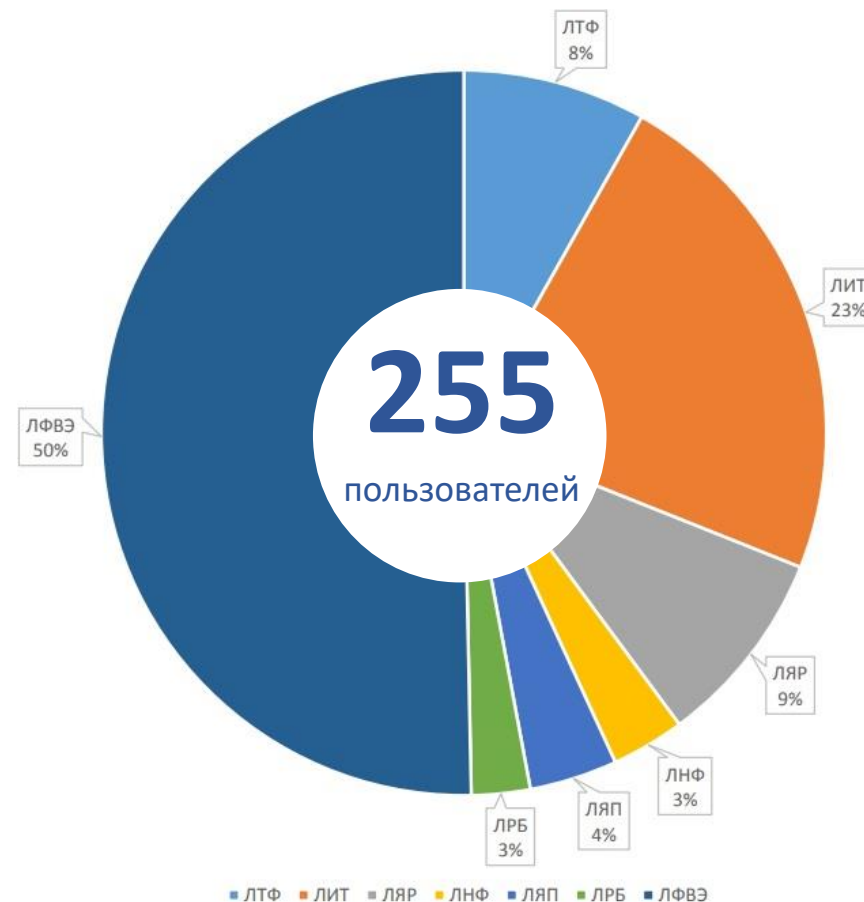
```
%matplotlib inline  
circuit.draw(output='mpl')
```



Ресурсы СК «Говорун» используются научными группами из всех лабораторий Института, Российскими научными организациями, образовательными учреждениями, а так же странами участниками ОИЯИ.



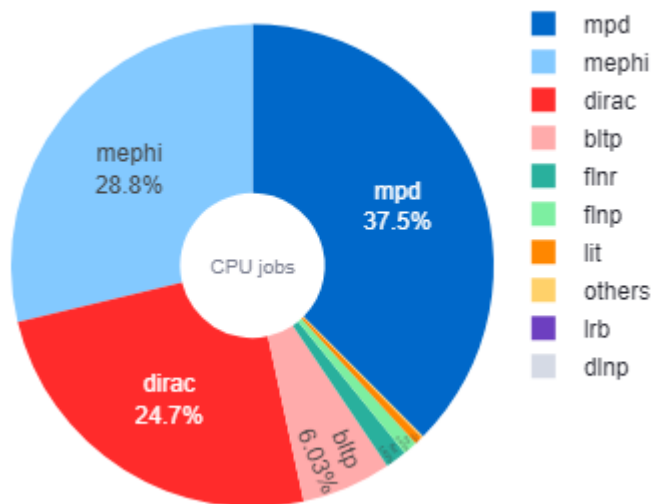
Распределение пользователей по организациям



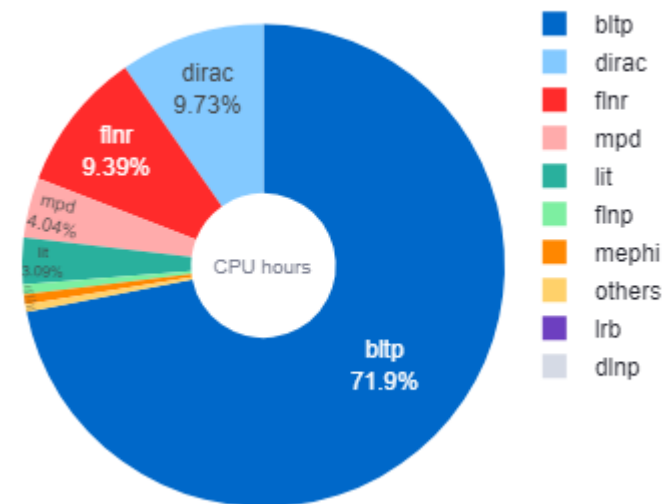
Распределение пользователей по лабораториям

Ресурсы СК «Говорун» используются научными группами для решения широкого круга задач как в области теоретической физики, так и для моделирования и обработки экспериментальных данных.

## Распределение ресурсов CPU по группам пользователей



По количеству задач



По количеству ядро-часов

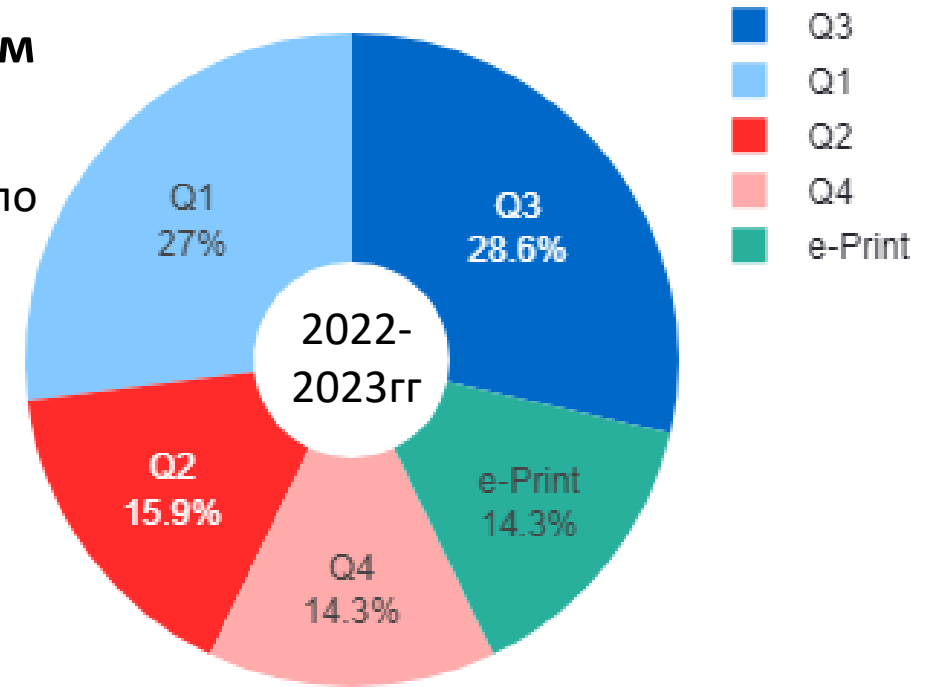


# Публикации пользователей платформы HybriLIT

## Публикации по исследованиям, выполненным с использованием ресурсов гетерогенной платформы HybriLIT

За 2022-2023 гг. пользователями гетерогенной платформы HybriLIT было напечатано и издано **65 статей** в разных областях:

- физики элементарных частиц и атомного ядра,
- физики высоких энергий,
- биофизики и химии,
- нейросетевого подхода, методов и алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения (ML/DL) и др.



**17 статей в журналах с уровнем цитируемости Q1/K1.**





Сайт: <http://hlit.jinr.ru/>

ПЛАТФОРМА «HYBRILIT» ▾

ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ ▾

ДОСТУП К РЕСУРСАМ ▾

ПРОЕКТЫ ▾

О НАС ▾

НОВОСТИ



## Гетерогенная платформа «HybriLIT»

Суперкомпьютер «Говорун» / учебно-тестовый полигон «HybriLIT»



РЕГИСТРАЦИЯ



СЕРВИСЫ



ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ



ОБУЧАЮЩИЕ ВИДЕО



Информация о канале



HybriLIT: user support

91 подписчик



Домашняя страница [Моя страница](#) [Проекты](#) [Помощь](#)

Вошли как [strel](#) [Моя учётная запись](#) [Выйти](#)

HybriLIT user support

<https://pm.jinr.ru/projects/hybrilit-user-support/>

HybriLIT user support ▾

+ [Обзор](#) [Действия](#) **Задачи** [Трудозатраты](#) [Диаграмма Ганта](#) [Календарь](#) [Новости](#) [Документы](#) [Wiki](#) [Файлы](#) [Настройки](#)

### Задачи

[+ Новая задача](#)

▼ Фильтры

Статус

открыто ▾

Добавить фильтр

▾

► Опции

Применить  Очистить  Сохранить

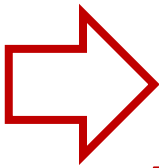
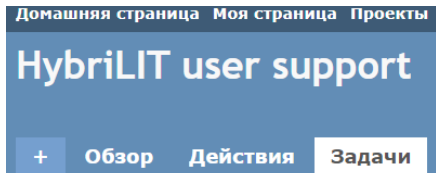
<input type="checkbox"/>	#	Трекер	Статус	Приоритет	Тема	Назначена	Обновлено
<input type="checkbox"/>	9399	Bug	New	Normal	batch-задачи оканчиваются из-за отсутствия файлов		18.12.2023 15:22
<input type="checkbox"/>	9375	Bug	New	Normal	scp(rsync)		14.12.2023 16:27
<input type="checkbox"/>	9370	Bug	New	Urgent	сбой выполнения счета AMS		11.12.2023 16:40
<input type="checkbox"/>	9314	Bug	Resolved	Urgent	gitlab		29.11.2023 17:03
<input type="checkbox"/>	9313	Bug	Resolved	Normal	rsync		28.11.2023 16:11

Задачи

[Просмотреть все задачи](#)  
[Краткое описание](#)



# Программно-информационная поддержка пользователей



**CernVM File System**

Всего:  
**54** modules (без учета версионности)  
**113**, общее число с версионностью

Обучающее видео  
 «Запуск задач»

Обучающее видео «Запуск задач»

Полезные ссылки:

- Об учебно-тестовом полигоне
- Журнал ИИИ
- Вики
- Уточнение ПО
- Инструкции по работе

Рассказывает Максим Зуев, главный аналитик группы по гетерогенным вычислениям, ИИИИ



Видеоматериалы подготовлены А.С. Воронцовым

Проведение расчетов в  
 batch-режиме



**Инструкция по работе**  
[http://hlit.jinr.ru/for\\_users/user\\_guide/](http://hlit.jinr.ru/for_users/user_guide/)





3

## **Разработка и внедрение новых ИТ- решений**



Тестирование серверных решений, в том числе с ускорителями вычислений (GPU)

Исследование эффективности и надежности использования файловых систем для хранения и обработки данных экспериментов NICA

Разрабатываются сервисы для системных администраторов

Разработана методика тестирования с использованием

- HPC Benchmark
- Задач пользователей

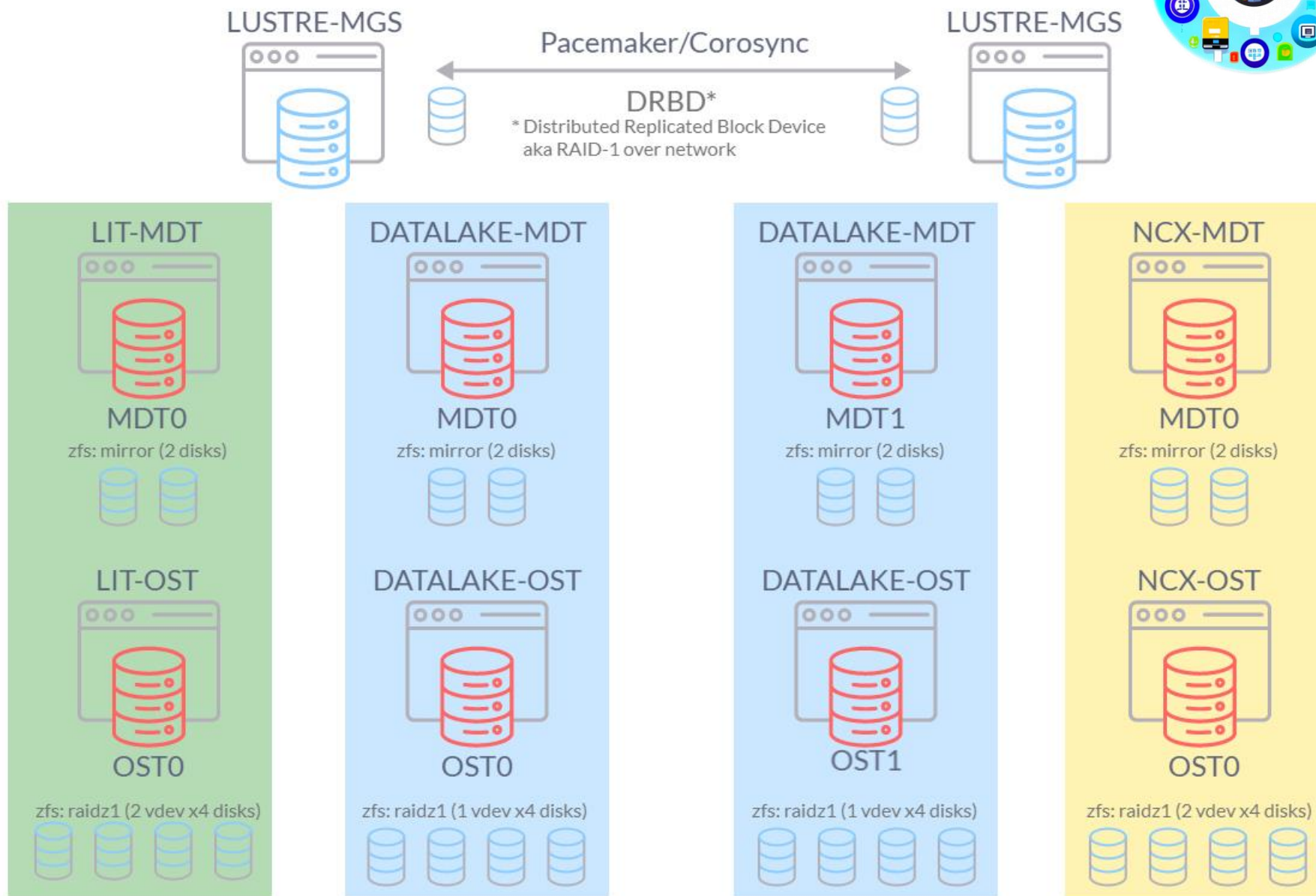
Развернуты полигоны, проведено нагрузочное тестирование

Разработаны прототипы сервисов:

- Web-приложение Визуального анализа статистики использования ресурсов



*Тестовый полигон.  
Распределённые файловые  
системы Lustre для  
вычислительных  
кластеров,  
размещённых на  
площадках ЛИТ и ЛФВЭ*





4

## **Разработка сервисов для решения прикладных задач**




✕

dashboard

About The Open field



Open field


**ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
 имени М.Г. Мещерякова

This app is Open Source dashboard.

Site of MLIT JINR: [Link](#).

the project is being created within the framework of the ML/DL/HPC ecosystem of the HybriLIT platform. Link: [here](#).




**LIT/JINR**

✕

dashboard

About The Open field



Open field


**ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
 имени М.Г. Мещерякова

This app is Open Source dashboard.

Site of MLIT JINR: [Link](#).

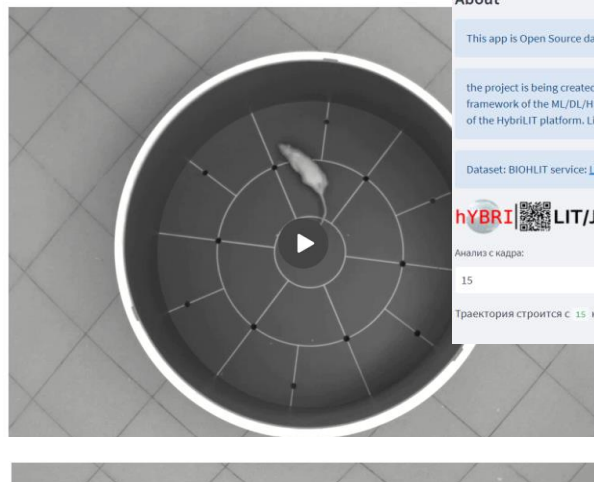
the project is being created within the framework of the ML/DL/HPC ecosystem of the HybriLIT platform. Link: [here](#).



**LIT/JINR**

The Open field test-system analysis

## Original file

openfield.mp4



```
{
  "FileName": "openfield.mp4"
  "FileType": "video/mp4"
}
```

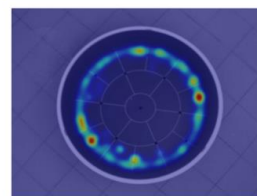
Количество кадров = 500

(500, 1024, 1280)

Analyse

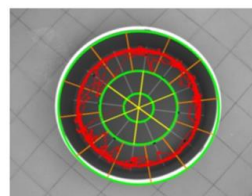
heatmap and trajectory:

Heatmap



Download heatmap

Trajectory




Download trajectory

✕

dashboard

About



Morris water tracking


**ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
 имени М.Г. Мещерякова

This app is Open Source dashboard.

the project is being created within the framework of the ML/DL/HPC ecosystem of the HybriLIT platform. Link: [here](#).

Dataset: BIOHLIT service: [Link](#).



**LIT/JINR**

Анализ с кадра:

15

Траектория строится с 15 кадра

## MOUSE TRACK ANALYSIS DASHBOARD

Morris water maze

Upload file

Drag and drop file here  
Limit: 200MB per file • MP4, MOV, AVI Browse files

rat4 12-32-20.avi 1.9MB ✕

752 489 30

✕

dashboard

About

Morris water tracking


**ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
 имени М.Г. Мещерякова

This app is Open Source dashboard.

the project is being created within the framework of the ML/DL/HPC ecosystem of the HybriLIT platform. Link: [here](#).


Dataset: BIOHLIT service: [Link](#).

✕

dashboard

About

Morris water tracking

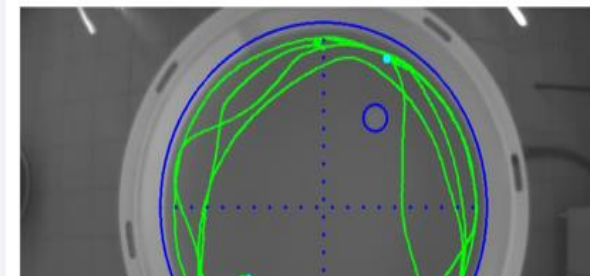

**ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
 имени М.Г. Мещерякова

This app is Open Source dashboard.

the project is being created within the framework of the ML/DL/HPC ecosystem of the HybriLIT platform. Link: [here](#).

Dataset: BIOHLIT service: [Link](#).

## Траектория

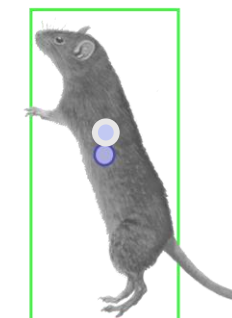
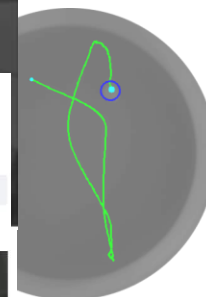
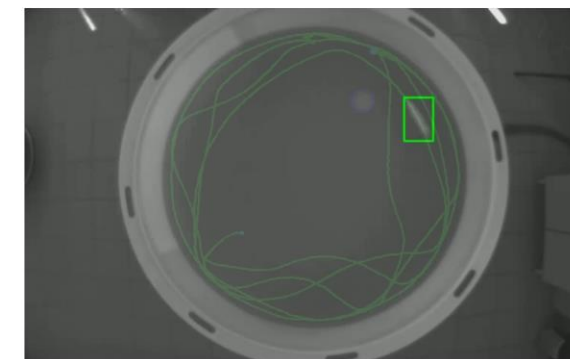


## Видео файл для проверки правильности построенной траектории

Запись видеофайла с FPS =

30

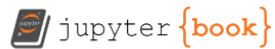
The current FPS is 30



# Разработка сервисов для совместного проекта ЛИТ и ЛТФ ОИЯИ



## Электронные ресурсы Jupyter Book для проведения исследований на Python



Welcome to HLIT Jupyter Book  
Основы работы с Python: инструментарий на Python для решения научных и прикладных задач  
Численное решение задачи Коши: библиотека SciPy  
Параллельные вычисления на Python

### Задача 1: Линеаризованное уравнение на магнитный момент

Задача 2. Периодичность появления интервалов переворота намагниченности в  $\Phi 0$  джозефсоновском переходе под воздействием импульса тока

Задача 3. Ферромагнитный резонанс и динамика магнитного момента в системе "джозефсоновский переход-наномагнит"



## Задача 1: Линеаризованное уравнение на магнитный момент

Рассмотрим частный случай, когда уравнение на магнитный момент Ландау–Лифшица–Гильберта может быть сведено к решению уравнения на одну компоненту  $m_y$  (линейный осциллятор).

$$\frac{d^2 m_y}{dt^2} + 2\alpha\omega_J \frac{dm_y}{dt} + \omega_F^2 m_y = \omega_F^2 Gr \sin(\omega_J t) \quad (4)$$

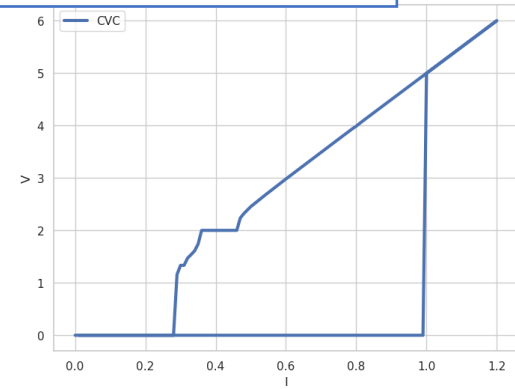
с параметрами модели:

- $G$  - отношение энергии Джозефсона к энергии магнитной анизотропии;
- $r$  - константа спин-орбитального взаимодействия;
- $\alpha$  - диссипация Гилберта;
- $\omega_F$  - частота ферромагнитного резонанса.

Для проведения исследования динамики перейдем от одного дифференциального уравнения второго порядка к системе двух уравнений и разрешим их относительно производных, полагая  $m_y = y_1$ :

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = y_2, \\ \frac{dy_2}{dt} = -2\alpha\omega_J y_2 - \omega_F^2 y_1 + \omega_F^2 Gr \sin(\omega_J t). \end{cases} \quad (5)$$

Начальные условия:



Contents

1. Описание модели
2. Вычисление вольт-амперной характеристики
3. Вычисление зависимости ширины ступеньки Шапиро от амплитуды внешнего излучения

## Python-инструментарий для моделирования динамики джозефсоновского перехода под воздействием внешнего излучения

В блокноте представлен инструментарий для моделирования динамики джозефсоновского перехода под воздействием внешнего излучения:

- алгоритм для вычисления вольт-амперной характеристики джозефсоновского перехода под воздействием внешнего излучения;
- алгоритм вычисления зависимости ширины ступеньки Шапиро от амплитуды;
- алгоритм параллельного вычисления зависимости ширины ступеньки Шапиро от амплитуды с использованием библиотеки Joblib;
- результаты анализа эффективности параллельных вычислений.

Исследование основано на материалах статей:

1. Josephson B.D. Possible new effects in superconductive tunnelling // Physics Letters - 1962. - V. 1, no. 7. - P. 251-253.
2. Shapiro S. Josephson currents in superconducting tunneling: The effect of microwaves and other observations // Phys. Rev. Lett. - 1963. - V. 11, no. 2. - P.80-82.
3. McCumber D.E. Effect of ac Impedance on dc Voltage-Current Characteristics of Superconductor

<http://studhub.jinr.ru:8080/books/intro.html>



<http://studhub.jinr.ru:8080/jjbook/intro.html>

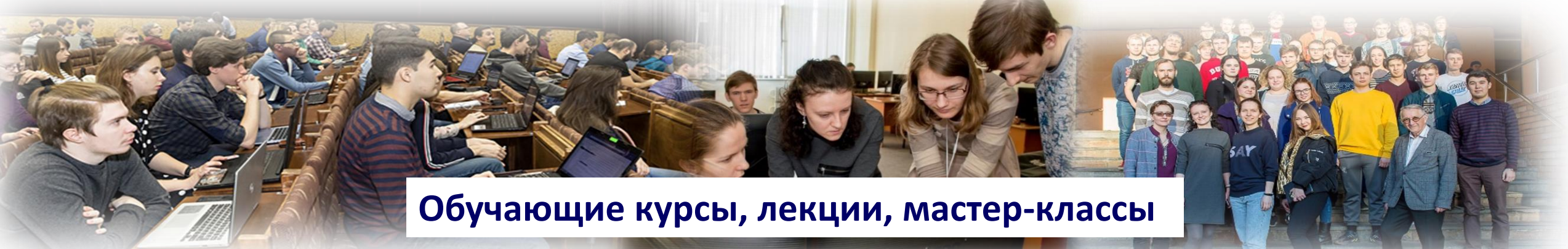




5

## Образовательная деятельность





## Обучающие курсы, лекции, мастер-классы

Сотрудники ЛИТ, ведущие ученые ОИЯИ и стран-участниц

Ведущие производители современных вычислительных архитектур и программного обеспечения

Технологии параллельного программирования



Инструменты для отладки и профилирования параллельных приложений



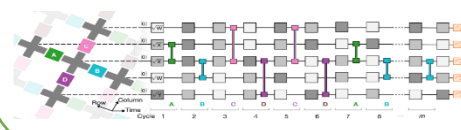
Прикладные пакеты программ



Фреймворки и инструменты для задач ML/DL



Квантовые алгоритмы, программирование и управление





# Образовательная деятельность: учебные курсы

Modern information technologies in biology and medicine

**The international workshop “Modern information technologies in biology and medicine”**

**22-24 November 2023.**

«Tutorial on the use of Python for tasks in Bio-Medical research»

**60 участников**



**Осенняя Школа по информационным технологиям ОИЯИ 16-20 Октября 2023**

«Инструментарий на основе Python-библиотек и экосистемы Jupyter для решения научных и прикладных задач»

Хакатон по параллельным вычислениям  
**60 участников**

**210**  
Участников  
в 2023 г.



**V Международная летняя школа молодых ученых «Современные информационные технологии для решения научных и прикладных задач» 14-17 Июня 2023.**

«Инструментарий на основе Python-библиотек и экосистемы Jupyter для решения научных и прикладных задач”

**70 участников**



**XVI Международная стажировка молодых ученых стран СНГ Май-Июнь 2023**

«Как научить компьютер "видеть"»

**20 участников**



# Образовательная деятельность



Кластер HybriLIT обладает развитой программно-информационной средой, что позволяет построить учебные программы на самом современном уровне и дать обучающимся возможность овладеть передовыми ИТ-технологиями.

Для проведения выездных учебных курсов и для проведения семинаров в Университете «Дубна» был развернут «Мобильный кластер HybriLIT»

### Мобильный HybriLIT

hydra	node1	node2
Intel Core i9-9900	Intel Core i7-8700T	Intel Core i7-8700T
8 cores	6 cores	6 cores
2 threads - 16 logical core	2 threads - 12 logical core	2 threads - 12 logical core
16 Gb RAM	32 Gb RAM	32 Gb RAM
nvme 2Tb, 500Gb	Nvidia Quadro P1000 4 Gb	Nvidia Quadro P1000 4 Gb
1 Gbit/sec	nvme 500Gb	nvme 500Gb
	1 Gbit/sec	1 Gbit/sec

## ML/DL/HPC Ecosystem

### Государственный университет «Дубна» Институт системного анализа и управления

Архитектура и технологии высокопроизводительных систем, **60 студентов**  
Параллельные распределенные вычисления, **90 студентов**  
Языки и технологии анализа данных, **50 студентов**  
Технологии высокопроизводительных вычислений, **30 студентов**

### Тверской государственный университет Математический факультет

Программные средства математических вычислений, **80 студентов**



**310**  
студентов  
в 2023 г.



# Научная и педагогическая деятельность Группы в 2023



Публикаций группы: **7**

Выступления на конференциях: **26**

Педагогическая деятельность:

Подготовлено:

- бакалаврских работ: **5**
- магистерских диссертаций: **7**



**1**

## Развитие Гетерогенной вычислительной платформы HybriLIT:

- Работы по модернизации суперкомпьютера «Говорун»

**2**

**Информационная поддержка пользователей платформы**, включающая обновление программного обеспечения, установкой новых пакетов программ по запросу пользователей, обновление сайта HybriLIT, подготовка новых учебно-методических материалов по работе в рамках экосистемы ML/DL/HPC.

**3**

## Разработка и внедрение новых ИТ- решений:

- Обеспечение ресурсоемких расчетов для эксперимента MPD NICA
- Разворачивание полигонов для тестирования файловых систем

**4**

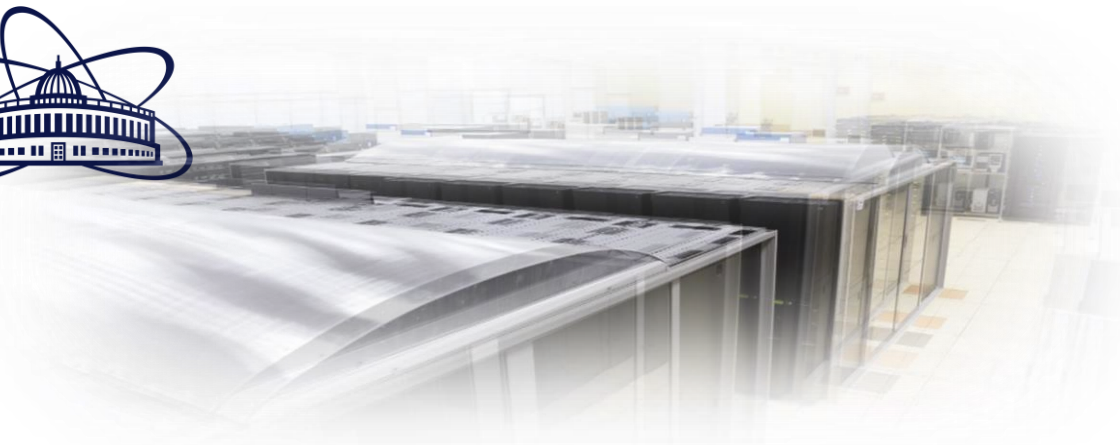
## Разработка сервисов для решения прикладных задач

- Развитие сервисов BIOHLIT, включая разработку алгоритмов на базе компьютерного зрения, машинного и глубокого обучения; сервисов для совместного проекта ЛИТ и ЛТФ

**5**

## Образовательная деятельность

- Проведение учебных курсов для сотрудников ОИЯИ, студентов ИТ-школы ОИЯИ, Университета «Дубна», ТвГУ
- Запись видео-материалов



## Платформа HybriLIT – экосистема для проведения расчетов и разработки новых ИТ-решений

<http://hlit.jinr.ru/>

