



Нейтринная программа ОИЯИ

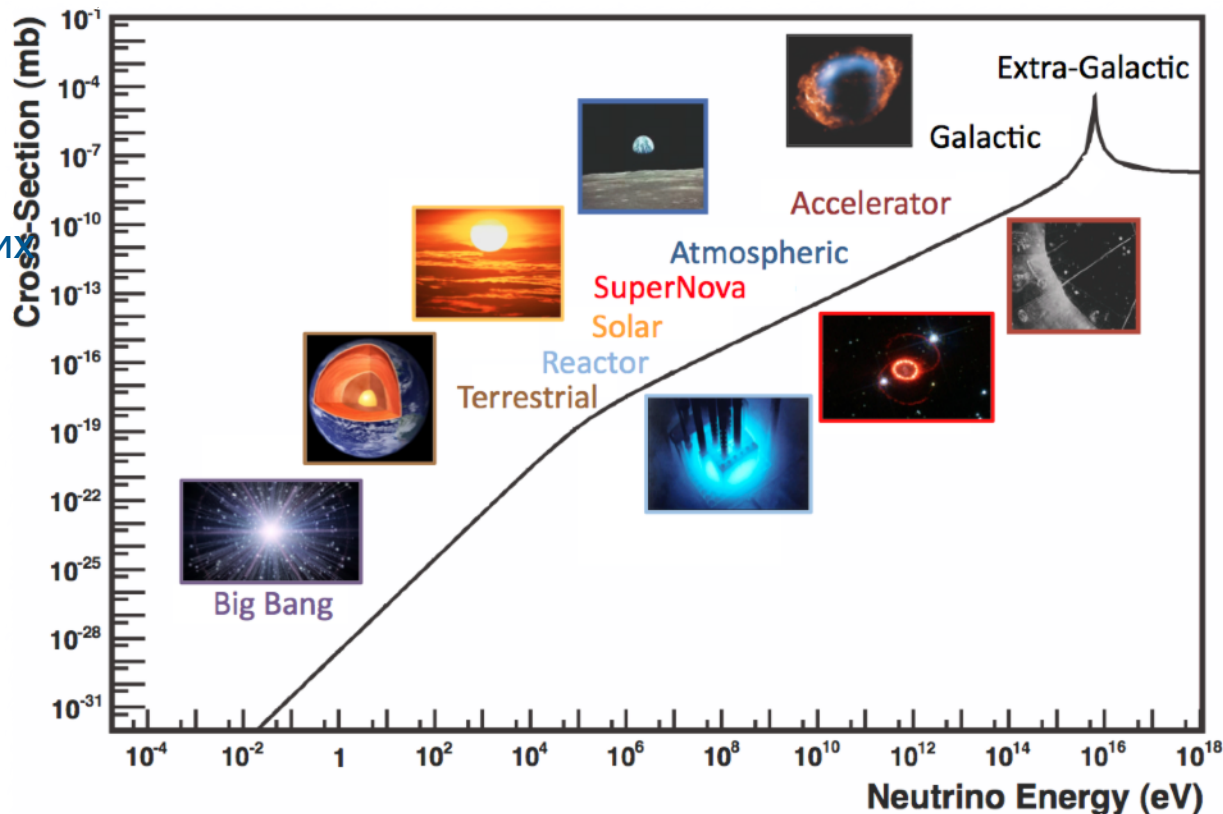
Самойлов Олег Борисович
Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Дзелепова
Объединенный институт ядерных исследований

- Одна из фундаментальных частиц. Изучение её свойств.
- Возникновение Вселенной. Большой взрыв.
- Возможное объяснение барионной асимметрии во Вселенной.
- Практическое применение.

		Поколения			
		I	II	III	
КВАРКИ	масса →	$\approx 2,3 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 1,275 \text{ ГэВ}/c^2$	$\approx 173,07 \text{ ГэВ}/c^2$	0
	заряд →	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0
	спин →	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
		u верхний	c очарованный	t истинный	g глюон
	$\approx 4,8 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 95 \text{ МэВ}/c^2$	$\approx 4,18 \text{ ГэВ}/c^2$	0	
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	d нижний	s странный	b прелестный	γ фотон	
ЛЕПТОНЫ	масса →	$0,511 \text{ МэВ}/c^2$	$105,7 \text{ МэВ}/c^2$	$1,777 \text{ ГэВ}/c^2$	$91,2 \text{ ГэВ}/c^2$
	заряд →	-1	-1	-1	0
	спин →	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1
		e электрон	μ мюон	τ тау	Z Z бозон
	$< 2,2 \text{ эВ}/c^2$	$< 0,17 \text{ МэВ}/c^2$	$< 15,5 \text{ МэВ}/c^2$	$80,4 \text{ ГэВ}/c^2$	
	0	0	0	± 1	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	ν_e электронное нейтрино	ν_μ мюонное нейтрино	ν_τ тау нейтрино	W W бозон	

КАЛИБРОВОЧНЫЕ
БОЗОНЫ

- Естественные: Солнце, атмосфера Земли, радиоактивные изотопы, взрывы Сверхновых, диффузные потоки древних Сверхновых и реликтовые нейтрино
- Искусственные: ядерные реакторы, ускорители частиц, радиоактивные изотопы





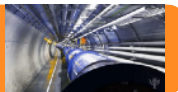
- 1988 : Leon M. Lederman, Melvin Schwartz and Jack Steinberger за открытие мюонного нейтрино.
- 1995 : Frederick Reines за регистрацию электронных антинейтрино от реактора.
- 2002 : Raymond Davis, Jr. и Masatoshi Koshiba за наблюдение сверхновой SN 1987A.
- 2015 : Takaaki Kajita и Arthur B. McDonald за экспериментальное подтверждение осцилляций нейтрино.

- Также премия Breakthrough 2016, включая эксперименты с участием сотрудников ОИЯИ.



- BAIKAL (Глубоководный детектор мюонов и нейтрино на Байкале)
- BOREXINO (ЖС детектор солнечных нейтрино в LNGS)
- Проект ν GeN (Эксперимент на Калининской атомной станции по регистрации когерентного упругого рассеяния нейтрино на ядрах Ge.)
- DANSS (Detector of the Reactor AntiNeutrino based on Solid Scintillator)
- Daya Bay Experiment (реакторный в КНР)
- GEMMA (Germanium Experiment Searching for Magnetic Moment of Antineutrino)
- GERDA (двойной безнейтринный бета-распад в LNGS)
- JUNO (реакторный в КНР)
- NOVA (ускорительный в США)
- OPERA (ускорительный в LNGS)
- SuperNEMO (Search for neutrinoless double beta decay with NEMO-3 and the next generation double beta decay experiment SuperNEMO)
- EDELWEISS (Experience pour DEtecter Les Wimps En Site Souterrain.)

Accelerator Neutrino



NOvA

DUNE

DsTau

Reactor Neutrino



JUNO

Daya Bay

vGEN

DANSS

Neutrinoless double beta decay

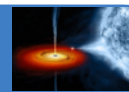


SuperNEMO

GERDA

MONUMENT

Astrophysical Sources



Baikal-GVD

TAIGA

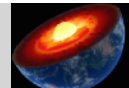
DarkSide

Solar and Geo Neutrino



BOREXINO

Geo Neutrino



JUNO

BOREXINO

○ Самая обширная Нейтринная программа.



- Система набора данных с экспериментальных установок (DAQ / Online software / Triggers).
- Моделирование событий (Offline software).
- Калибровки, реконструкция, идентификация частиц, типов событий (сигнал/фон).
- Хранение и доступ к анализу данных.
- Анализ/обработка данных.
- Надстройка в виде различных фиттеров, искусственный интеллект.

- Анализ данных в конкретных условиях отдельных проектов.

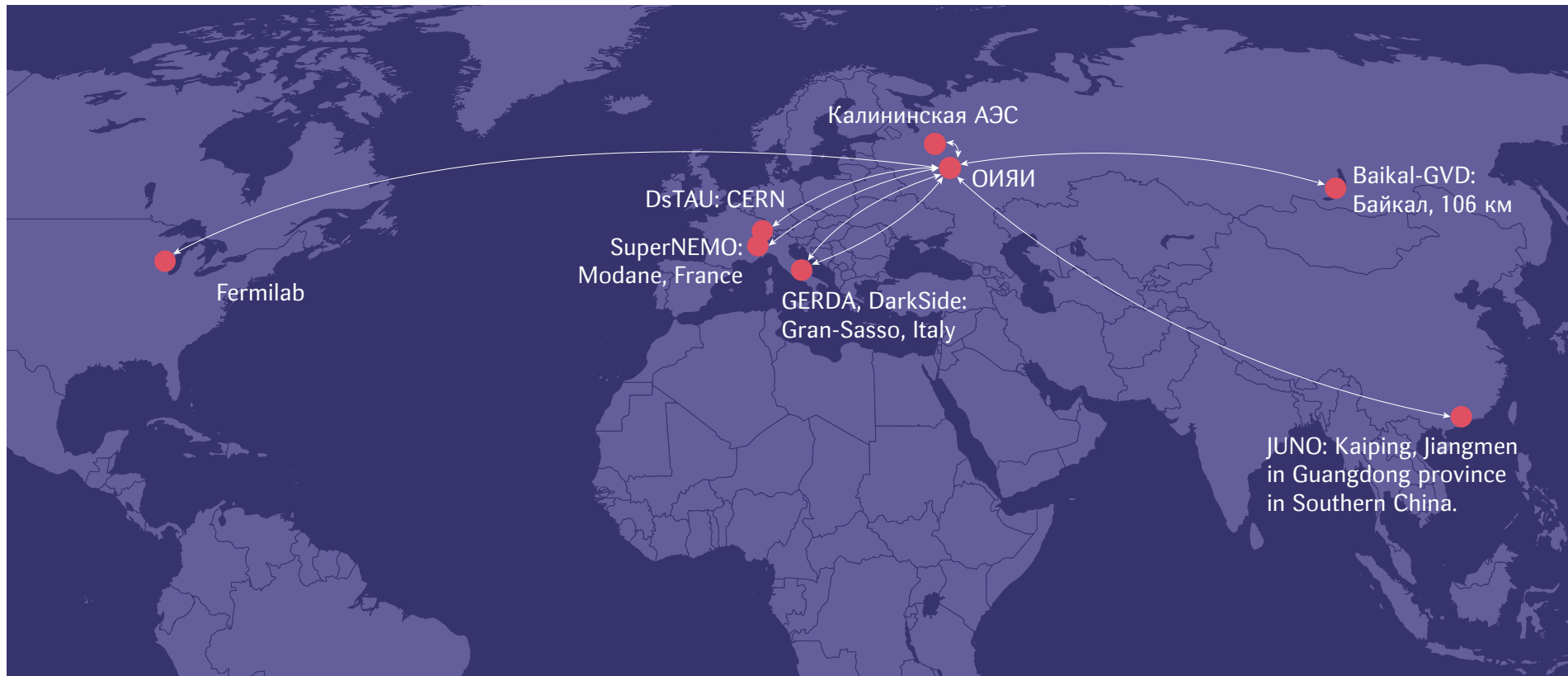
Быстрый интернет доступ

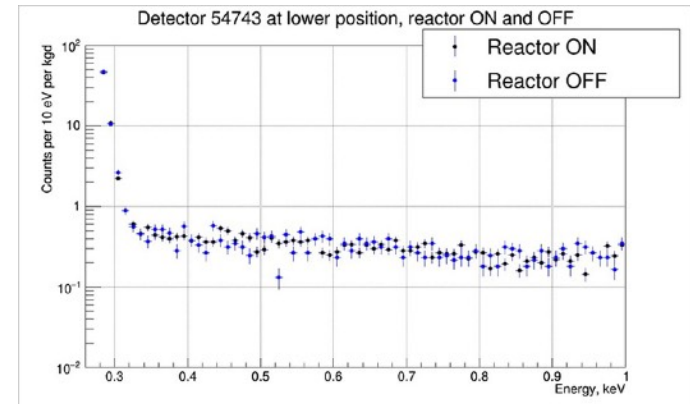
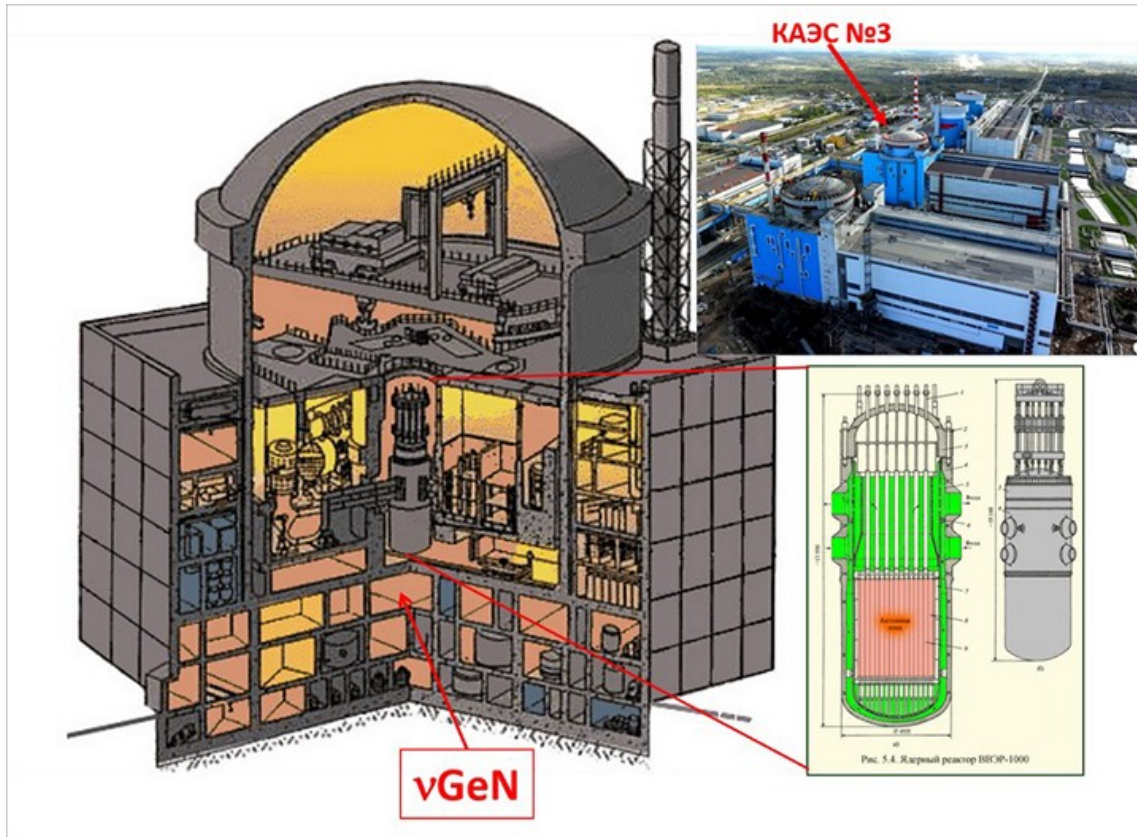


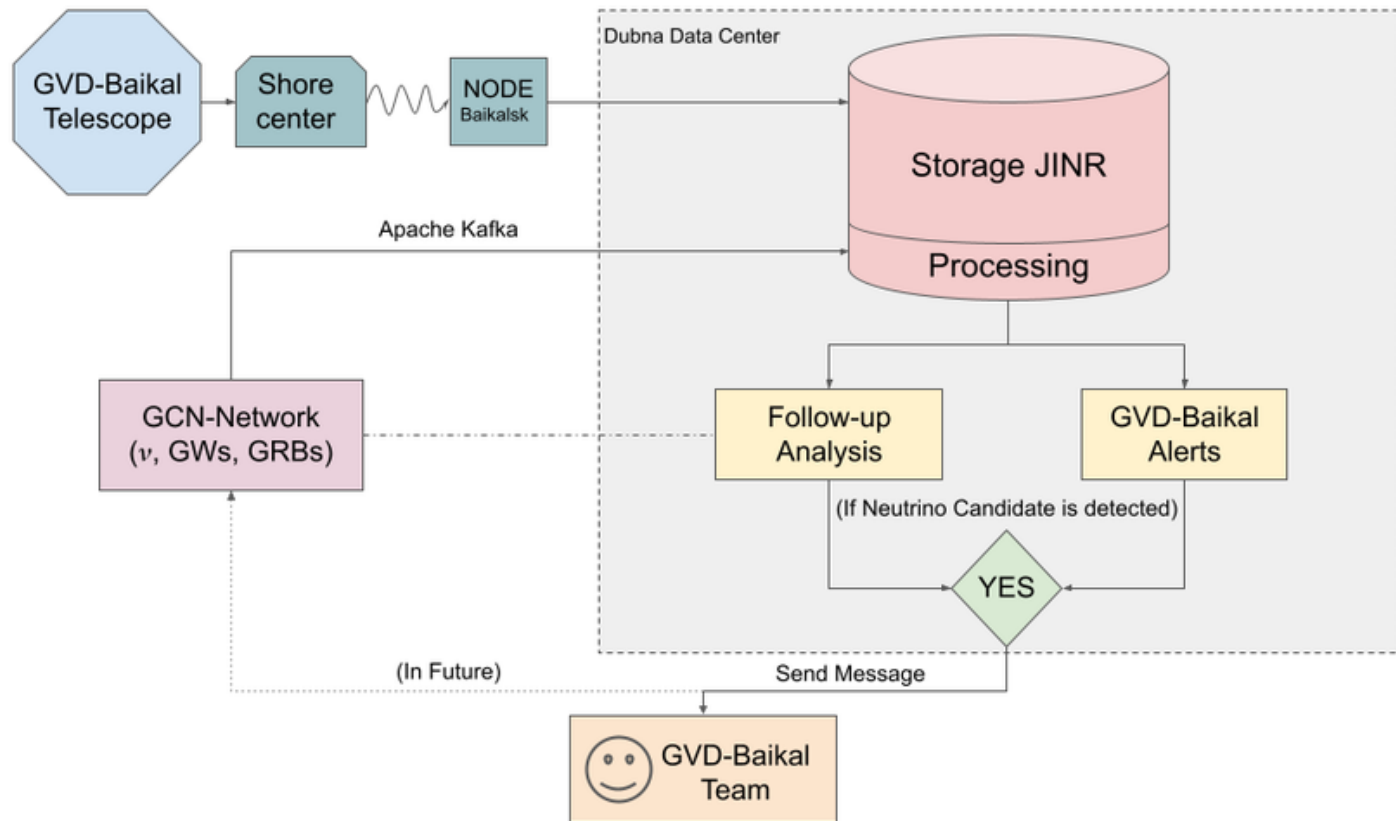
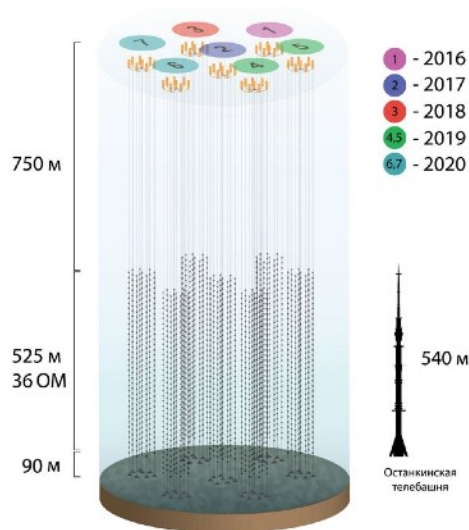
Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелепова

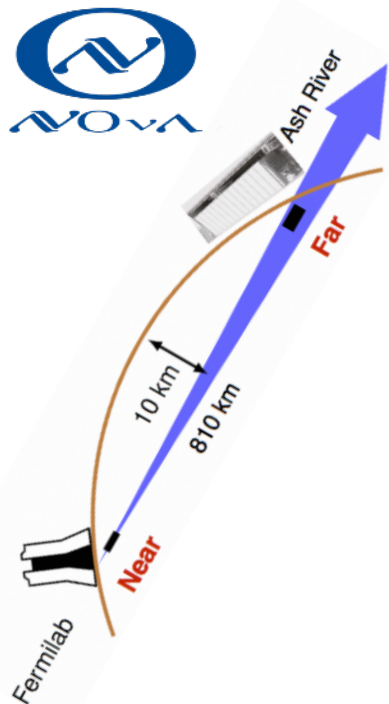


Объединенный
институт ядерных
исследований

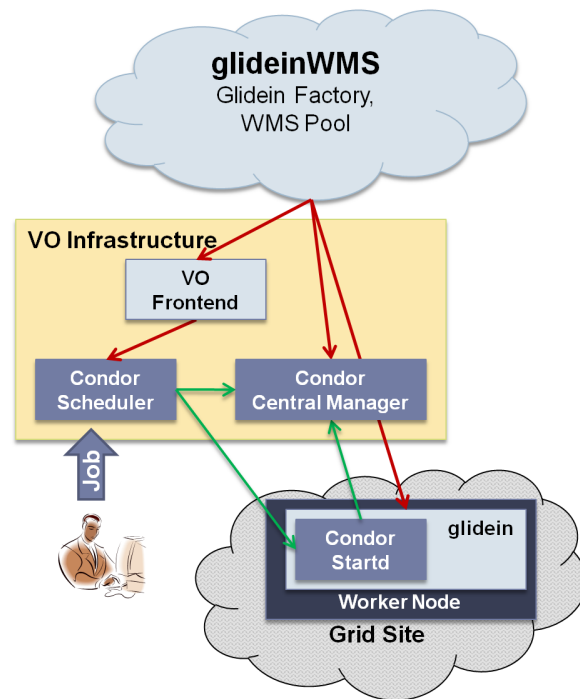


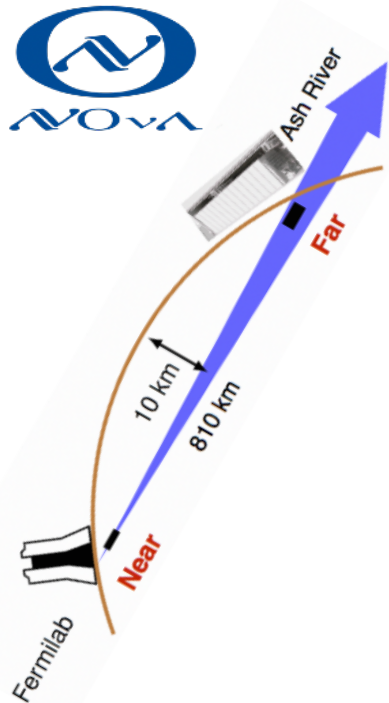




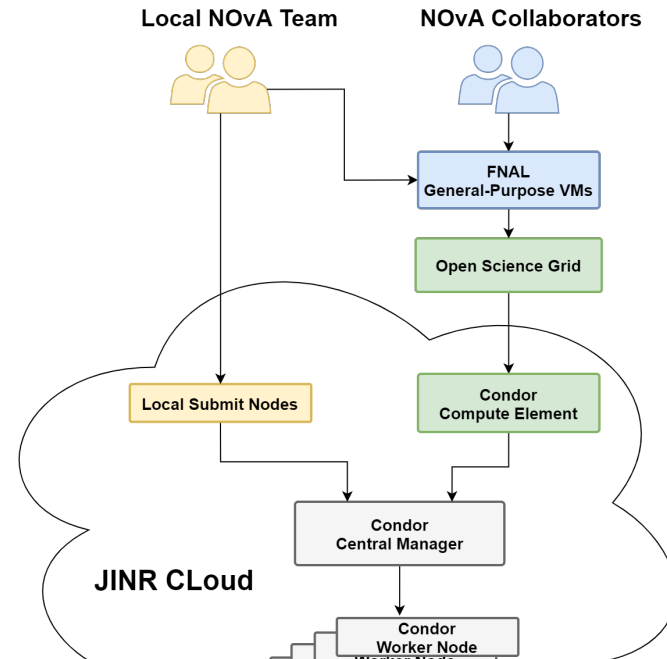


- Extensive workloads are split in jobs which are processed in batches
- A Workload Management System controls the jobs – GlideinWMS at FNAL
- External resource providers are utilized via Open Science Grid (OSG) – American Grid infrastructure
- A Tier-2 batch cluster at JINR was connected to OSG to support NOvA
- A new virtual HTCondor-based cluster was created which was first dedicated to NOvA



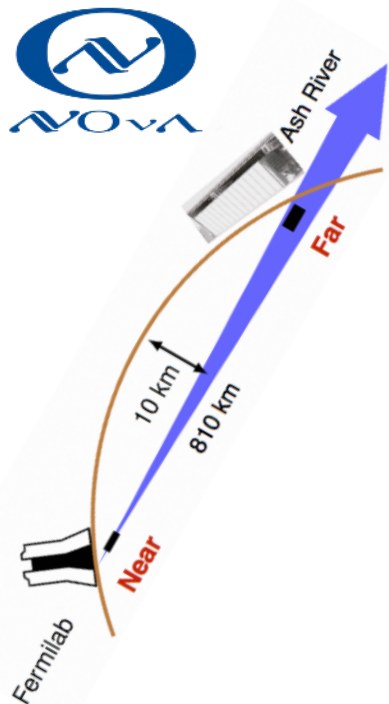


- Local JINR NOvA members can submit grid jobs and local jobs, all other NOvA members – grid jobs only
- Local submit nodes are similar to FNAL GPVMS with a few additions:
 - JINR Kerberos authentication
 - Additional 20 TB NFS storage
- Since everything in the cluster is a virtual machine, it can be easily scaled according to the needs

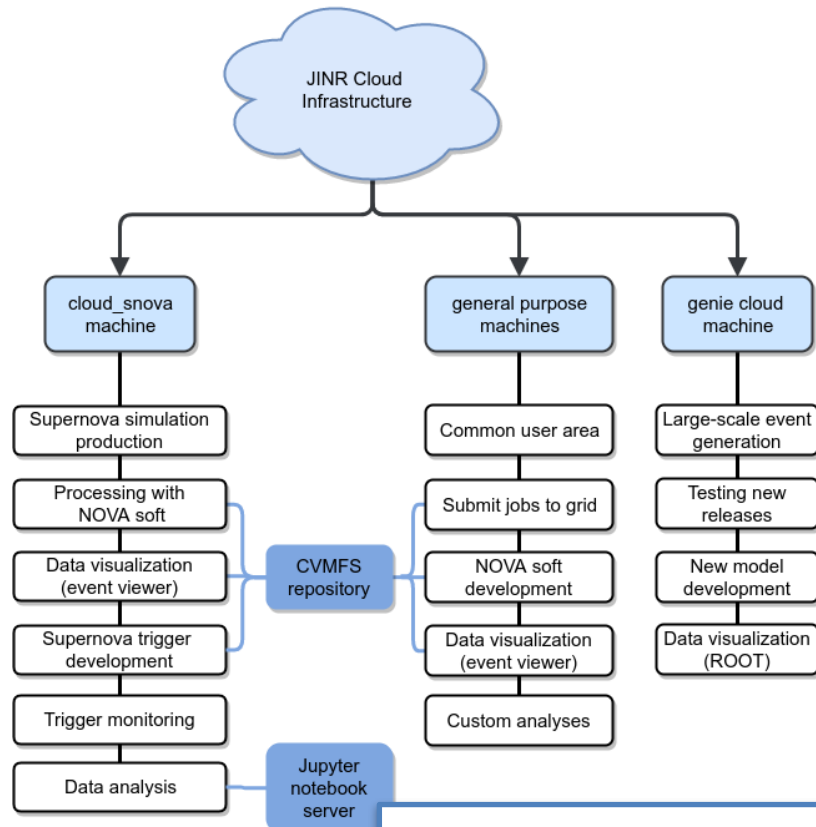


Никита Балашов (ЛИТ)

Non-Batch Cloud Usage



- Cloud is universal
- Users can have personal Vms
- Interactive access via ssh/X2go/VNC
- Any OS and software can be installed
- Can host web-services (like Jupyter notebooks)



Никита Балашов (ЛИТ)

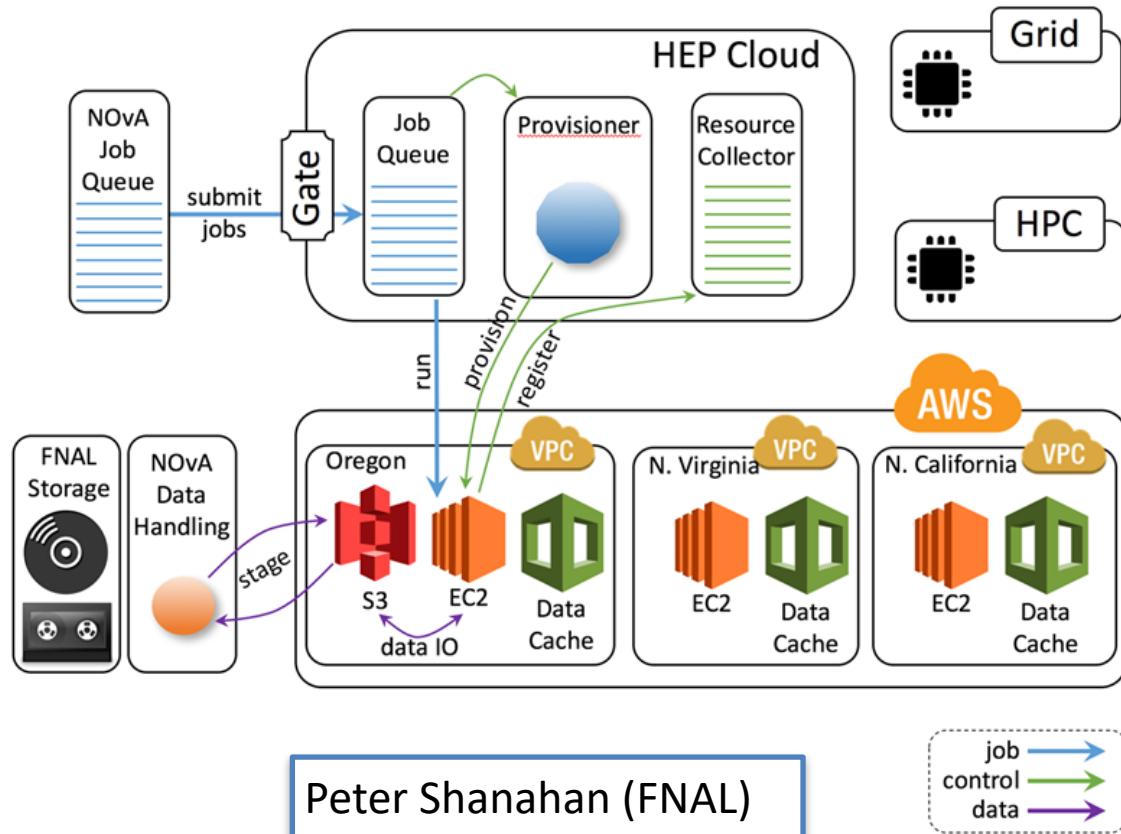
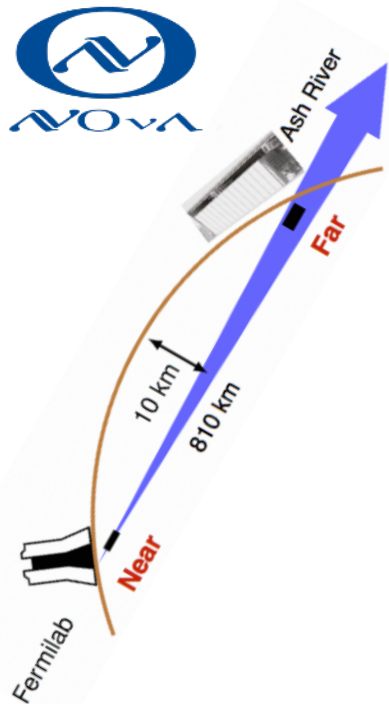
AWS and NOvA



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелепова



Объединенный
институт ядерных
исследований



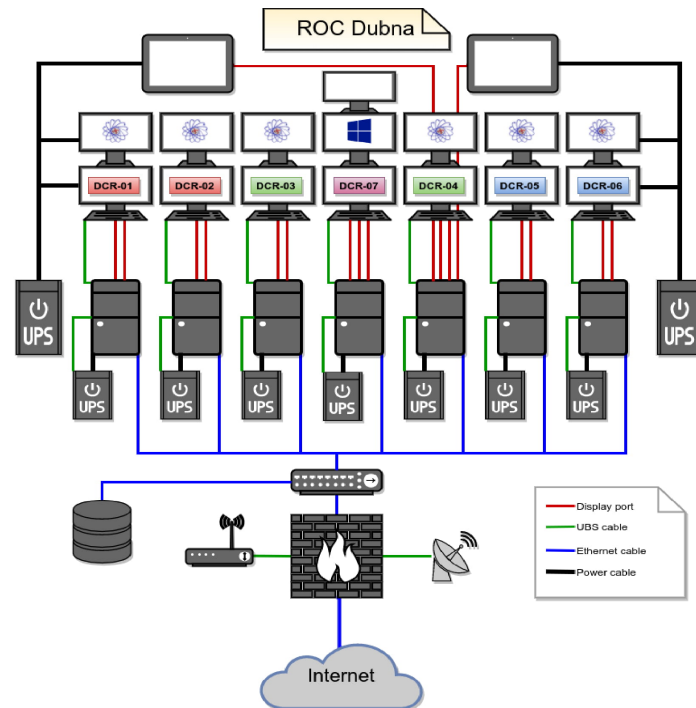
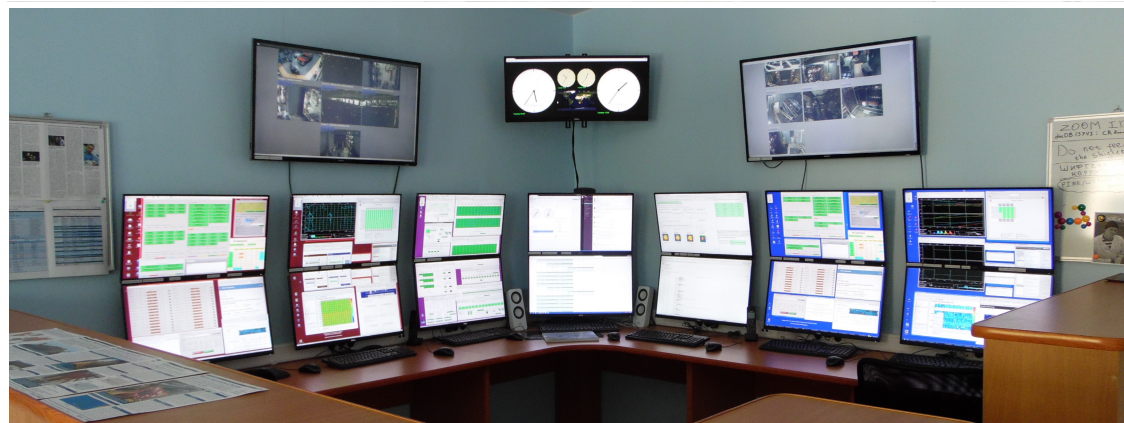
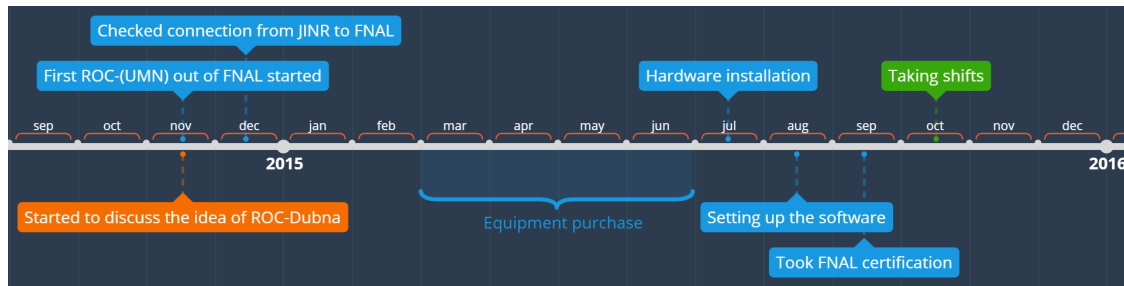
NOvA Remote Operation Center



Лаборатория
ядерных проблем
им. В. П. Джелепова

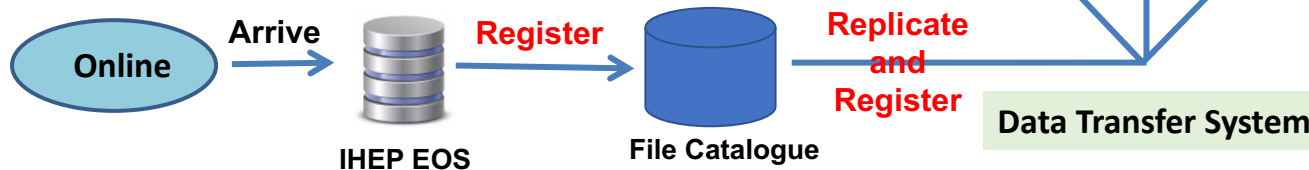
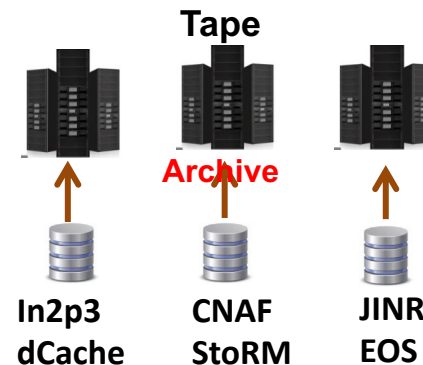
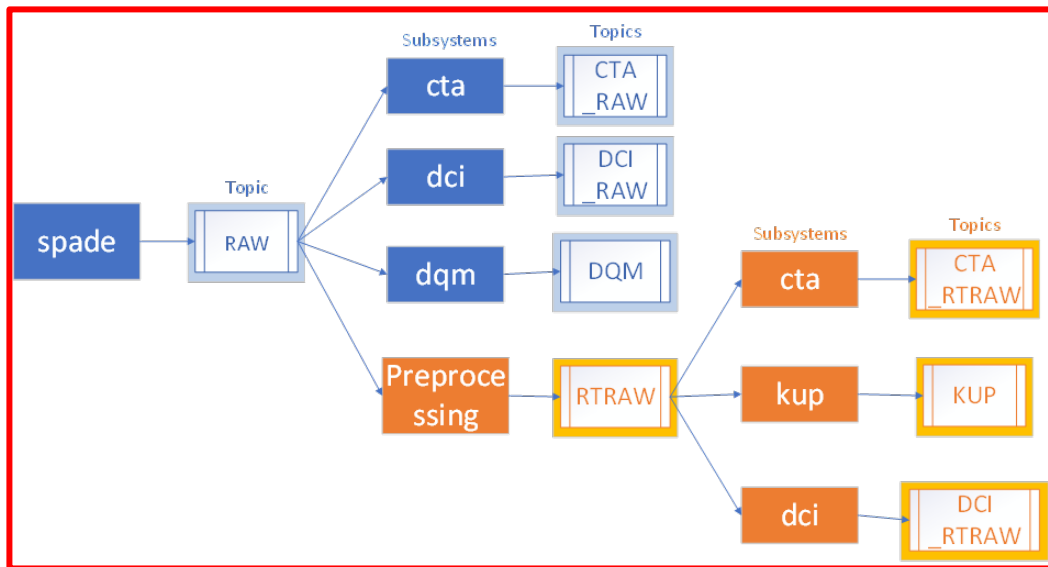


Объединенный
институт ядерных
исследований



Raw data transfer system

Xiaomei Zhang DocDB 10338



JUNO DCI is made up of data network, data centres, with their local services, and some global services. Based on WLCG

Grid services at sites

Batch system (HTCondor)

Storage system and Storage Element

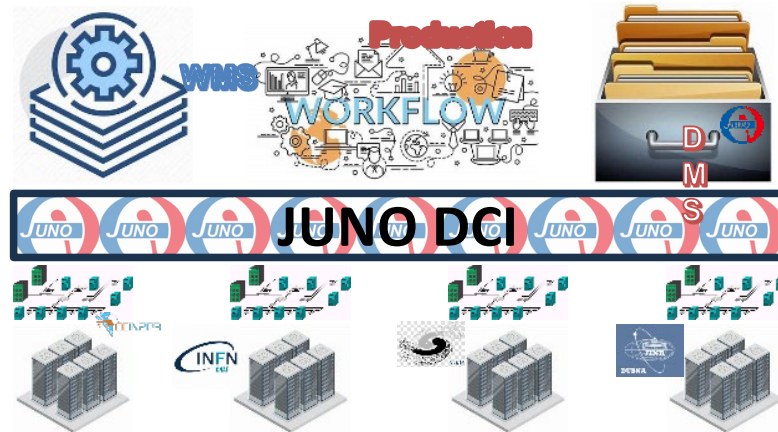
Tape systems

Local monitoring

- IHEP, JINR: EOS
- CC-IN2P3: dCache
- CNAF: STORM

Grid global services

- VOMS
- CVMFS
- DIRAC (DMS, WMS, monitoring, accounting, ...)
- FTS
- Rucio
- System support



Specific tools

- JSUB: users' submit tool
- ProdSys: production submit tool

Multi threading jobs

Data volumes, computational requirements

Estimated Raw data production	60 MB/s \leftrightarrow 2PB/year
Estimated other data (reconstructed, calibration, analysed)	1.0 PB/year
Bandwidth required to copy 3 PB in 1 year	0.8 Gbps

1 event reconstruction goal: 5s with a 18 HS06 core
Rate: 1kHz

Reconstruct 1 year data in 1 year then requires about 120 kHS06, or about 155 kHS23.

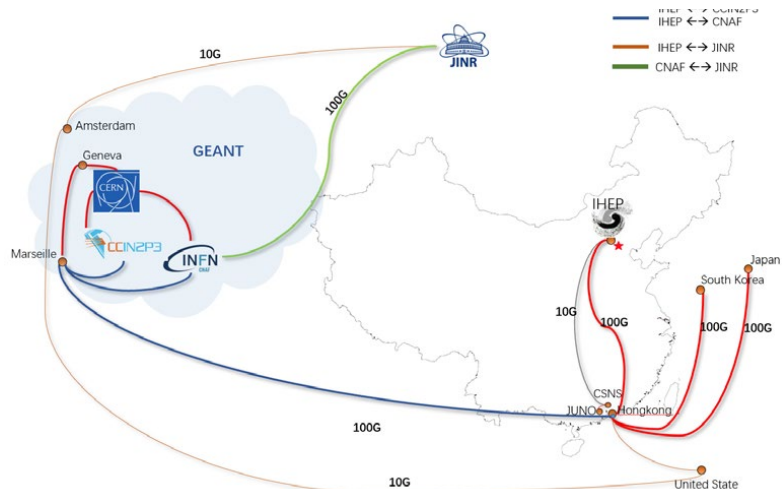
Sites	Role	2024			2025		
		CPU (KHS06)	Disk (PB)	Tape (PB)	CPU (KHS06)	Disk (PB)	Tape (PB)
IHEP	T0: next to JUNO site, collect all data, DQM, first reconstruction	180	8	4	180	12	7
CNAF	T1: full data, computing power	20	3	1	20	6	4
IN2P3	T1: 1/3 of data, computing power	15	0.2	2	15	0.2	3
JINR	T1: full data, computing power	120	10	10	150	15	15
MSU	T2: no data, computing power; not yet on line						
Totals		335	21.2	17	335	33.2	29

The international link of IHEP has been upgraded to 100Gbps from 20Gbps since 22nd Sept, 2023

- Shared with other organizations
- IHEP is the main user of the link

Network Test

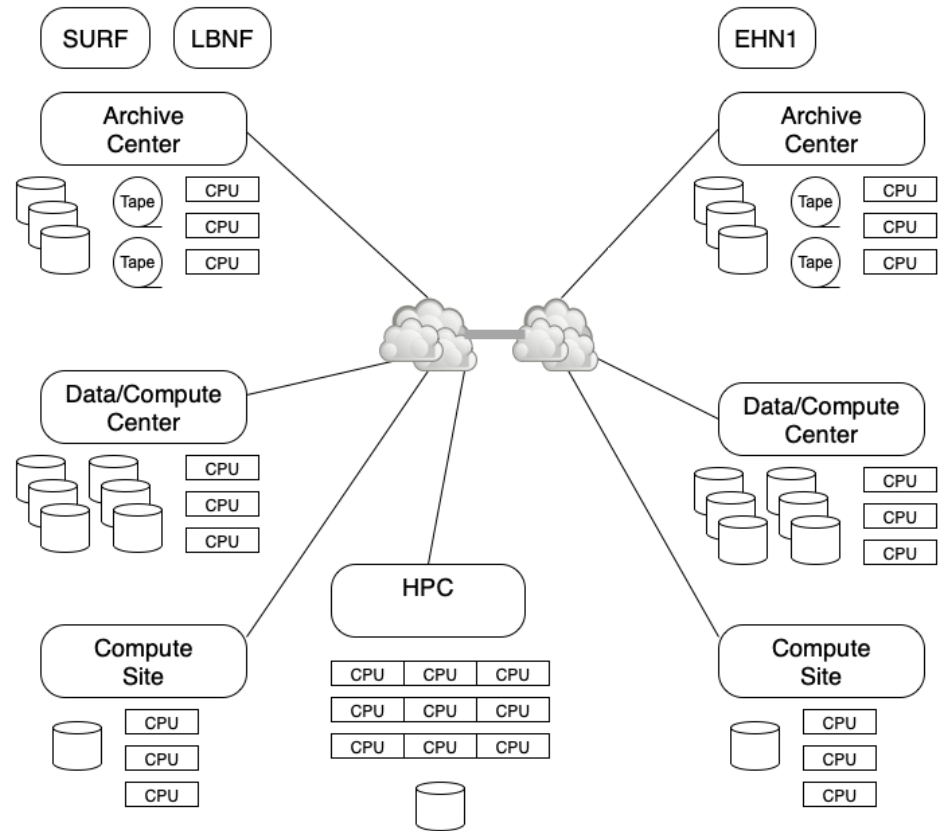
- The network connections among IHEP, CCIN2P3, CNAF are good
- Test shows the both performance and latency are satisfied
- The network bandwidth from IHEP to JINR keeps 10Gbps
- IHEP connects with JINR via 100G link is not supported
- The solution of data transfer with better performance from IHEP to JINR is still under discussion



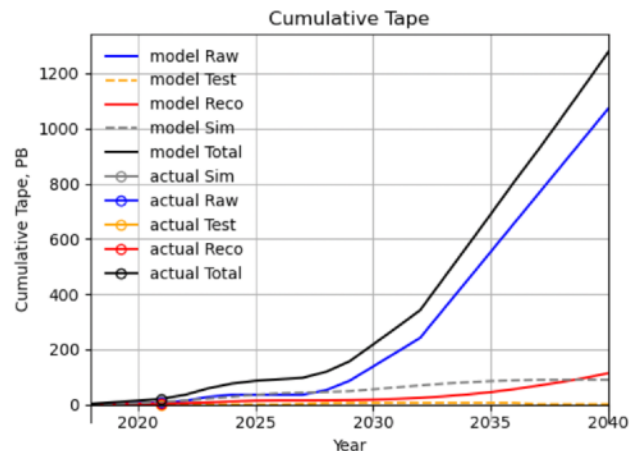
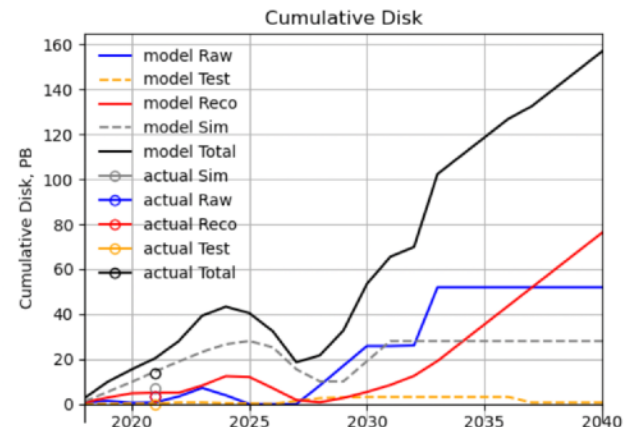
International Network Connection of IHEP



- less “tiered” than current WLCG model —
> flatter model proposed by HSF DOMA working group
 - take advantage of existing WLCG sites that can add DUNE access
 - require reasonable minimum size - storage elements
 - allow for CPU only sites with **data streaming**
- collaborating institutions (or groups of institutions) provide significant disk resources (~1PB chunks)
- plan to use common tools for most services
- participation in the HSF process important to provide and integrate new solutions

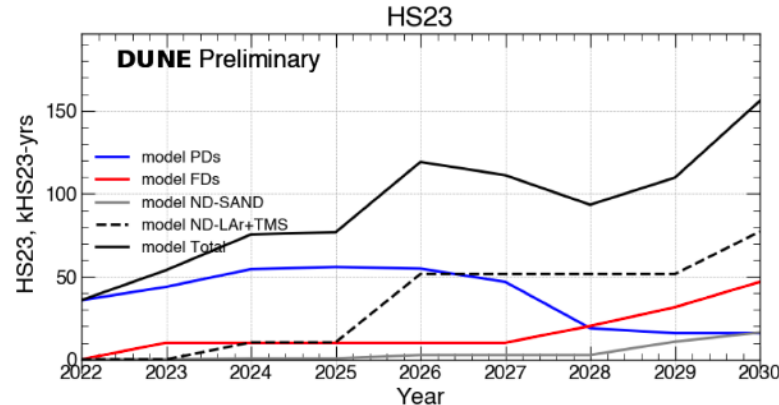


- accomplished with Rucio and FTS3
- 2 copies of raw data on tape
 - one copy on each side of an ocean
 - 6 months on disk
- 1 replica of reco/sim on tape
 - distribute across global Rucio SEs
 - annual reco pass over all data
 - annual sim campaign to match
 - production resident on disk for 2 years
- Assume 2 disk copies of reco and sim
 - impose shorter lifetimes on tests & sim stages
 - R&D exploring data tiers and formats

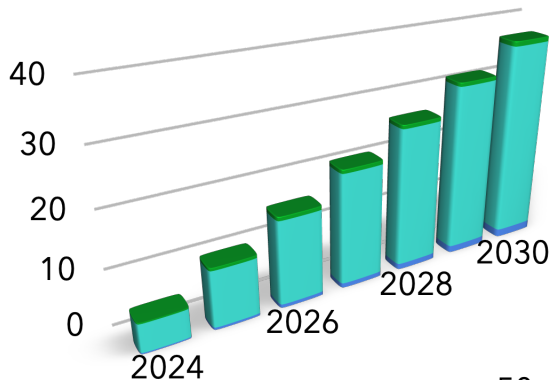


	HS23	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PDs (kHS23-yrs)		35	43	54	55	54	46	18	15	15
FDs (kHS23-yrs)		0	10	10	10	10	10	20	31	46
ND-SAND (kHS23-yrs)		0	0	0	0	2	2	2	10	16
ND-LAr+TMS (kHS23-yrs)		0	0	10	10	51	51	51	51	77
FNAL (kHS23-yrs)		14	21	30	30	47	44	37	54	78
CERN (kHS23-yrs)		3	5	7	7	11	11	9	0	0
Global (kHS23-yrs)		17	26	37	38	59	55	46	54	78
Total (kHS23-yrs)		35	53	75	76	119	111	93	109	156

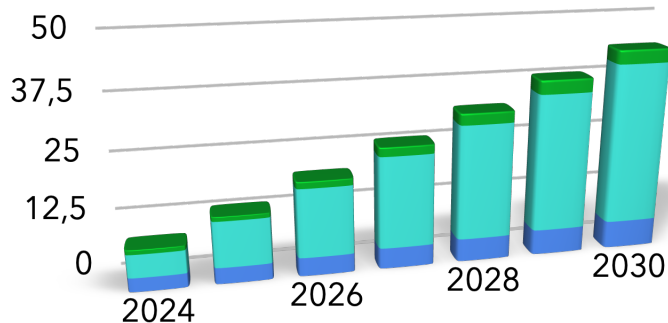
Figure 3: Model of CPU wall-time needs through 2030 in kHS23-yr units. The top 4 lines show division by detector, the bottom 4 show the proposed division between FNAL, CERN and Global based on the fractions in Table 2.



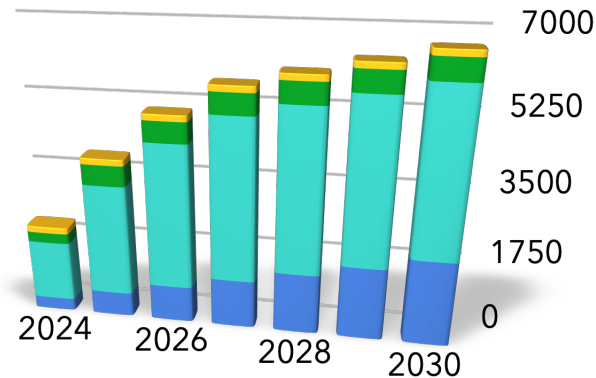
HDD, PB



Tapes, PB



CPU, cores





- Объединенный институт ядерных исследований осуществляет наиболее обширную Нейтринную программу. FTE > 150
- Научные открытия мирового уровня.
- Инновационные детекторные технологии.
- Разработка программного обеспечения.
- Компьютерные ресурсы: CPU, GPU, хранилище данных (диски, ленты), быстрый интернет.