

*НТС ЛЯП, 7 декабря 2017*

---

- 1) Компьютерные ресурсы  
ЛИТ на примере применения  
облаков в эксперименте NOvA
- 2) Предложение по  
расширению облачного  
сервиса на нейтринные  
эксперименты

Олег Самойлов  
ЛЯП ОИЯИ

Никита Балашов  
ЛИТ ОИЯИ

---

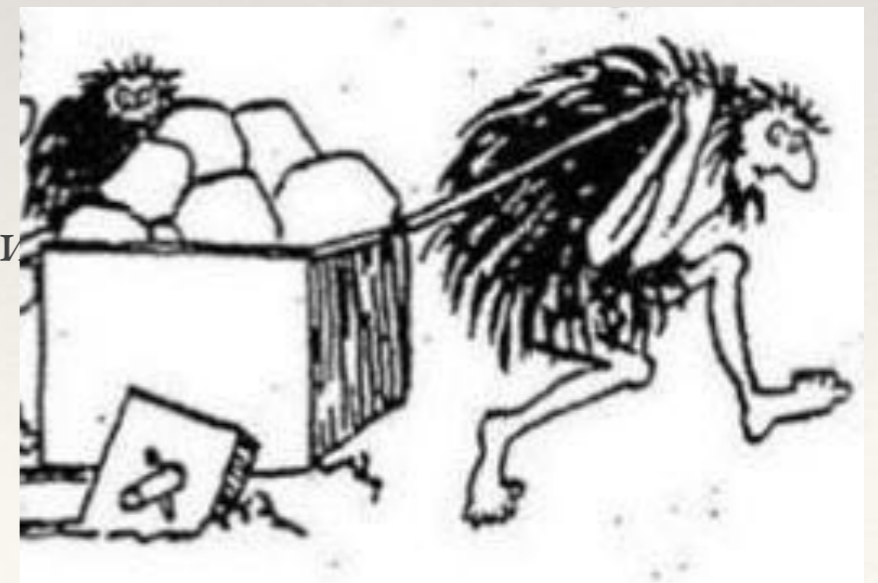
# Предисловие

# Нейтринная программа ЛЯП ОИЯИ

- ❖ Изучение осцилляций нейтрино (OPERA, Daya Bay, JUNO, DANSS, NOvA)
- ❖ Поиск двойной безнейтринного бета-распада (Super-NEMO, GERDA, MAJORANA)
- ❖ Солнечный нейтрино, гео-нейтрино (BOREXINO)
- ❖ Поиск нарушения лептонного числа (MEG, Mu2e, COMET)
- ❖ Прецизионные измерения распадов пионов и мюонов, изучение свойств взаимодействия нейтрино
- ❖ Прямые поиски темной материи (EDELWEISS, EURECA, DarkSide)
- ❖ Непрямые поиски темной материи (Baikal-NT, TUS, NUCLON)
- ❖ Изучение космических лучей (Baikal-NT, TUS, NUCLON, GVD, TAIGA)
- ❖ Развитие инфраструктуры ЛЯП для экспериментов на Калининской АЭС
- ❖ Развитие лаборатории тестирования ФЭУ при подготовке эксперимента JUNO
- ❖ Поиски магнитного момента нейтрино, “стерильных” нейтрино, когерентного рассеяния нейтрино (DANSS, GEMMA,  $\nu$ GeN)
- ❖ Развитие Байкальского телескопа (Baikal-GVD)
- ❖ Прямое измерение массы нейтрино (KATRIN)

# Нейтринная программа ЛЯП ОИЯИ

- ❖ Изучение осцилляций нейтрино (OPERA, Daya Bay, JUNO, DANSS, NOvA)
- ❖ Поиск двойной безнейтринного бета-распада (Super-NEMO, GERDA, MAJORANA)
- ❖ Солнечный нейтрино, гео-нейтрино (BOREXINO)
- ❖ Поиск нарушения лептонного числа (MEG, Mu2e, COMET)
- ❖ Прецизионные измерения распадов пионов и мюонов, изучение свойств взаимодействия нейтрино
- ❖ Прямые поиски темной материи (EDELWEISS, EURECA, DarkSide)
- ❖ Непрямые поиски темной материи (Baikal-NT, TUS, NUCLON)
- ❖ Изучение космических лучей (Baikal-NT, TUS, NUCLON, GVD, TAIGA)
- ❖ Развитие инфраструктуры ЛЯП для экспериментов на Калининской АЭС
- ❖ Развитие лаборатории тестирования ФЭУ при подготовке эксперимента JUNO
- ❖ Поиски магнитного момента нейтрино, “стерильных” нейтрино, когерентного рассеяния нейтрино (DANSS, GEMMA,  $\nu$ GeN)
- ❖ Развитие Байкальского телескопа (Baikal-GVD)
- ❖ Прямое измерение массы нейтрино (KATRIN)

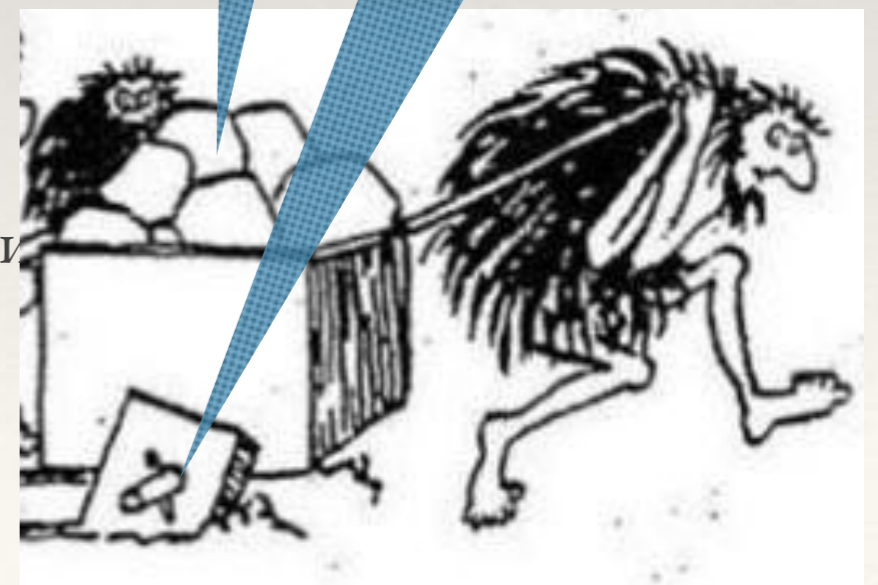


# Нейтринная программа ЛЯП ОИЯИ

- ❖ Изучение осцилляций нейтрино (OPERA, Daya Bay, JUNO, DANSS, NOvA)
- ❖ Поиск двойной безнейтринного бета-распада (Super-NEMO, GERDA, MAJORANA)
- ❖ Солнечный нейтрино, гео-нейтрино (BOREXINO)
- ❖ Поиск нарушения лептонного числа (MEG, Mu2e, COMET)
- ❖ Прецизионные измерения распадов пионов и мюонов, изучение свойств взаимодействия нейтрино
- ❖ Прямые поиски темной материи (EDELWEISS, EURECA, DarkSide)
- ❖ Непрямые поиски темной материи (Baikal-NT, TUS, NUCLON)
- ❖ Изучение космических лучей (Baikal-NT, TUS, NUCLON, GVD, TAIGA)
- ❖ Развитие инфраструктуры ЛЯП для экспериментов на Калининской АЭС
- ❖ Развитие лаборатории тестирования ФЭУ при подготовке эксперимента JUNO
- ❖ Поиски магнитного момента нейтрино, “стерильных” нейтрино, когерентного рассеяния нейтрино (DANSS, GEMMA,  $\nu$ GeN)
- ❖ Развитие Байкальского телескопа (Baikal-GVD)
- ❖ Прямое измерение массы нейтрино (KATRIN)

Данные

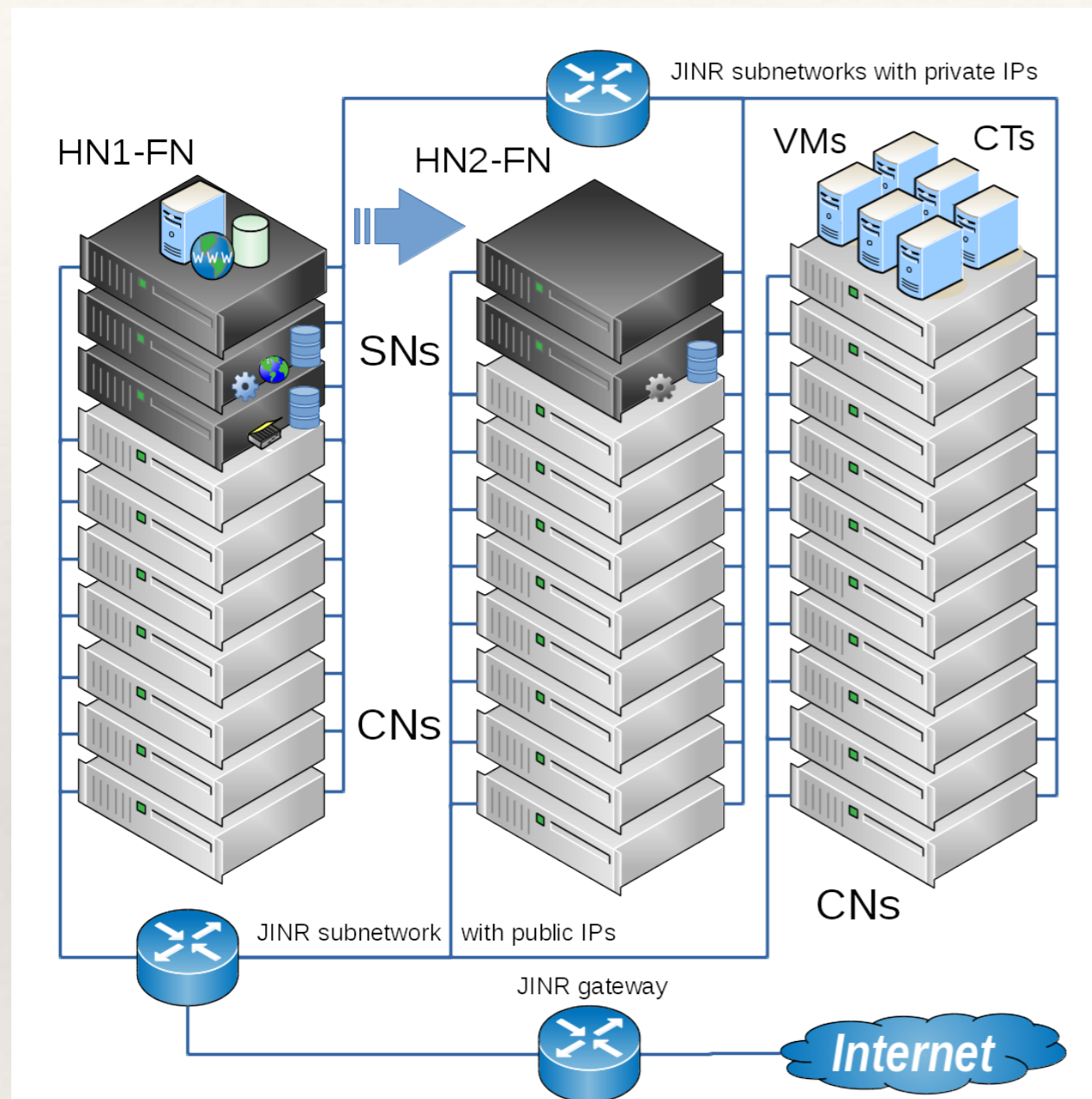
Счетные ресурсы



# Немного статистики

- ❖ ОИЯИ обеспечивает счетными ресурсами эксперименты БАК:
  - 8,4% вычислительного вклада CMS через Tier-1 (4160 ядер)
  - (для сравнения FNAL — 39%)
  - 0,66% CMS через Tier-2
  - 0,64% ATLAS через Tier-2
  - Хранилище CMS в ОИЯИ: 5.8 Пб диски, 11 Пб ленты
  - Общие данные БАК на 2012 год — ~ 250 ПБ
- ❖ Типичные данные не-БАК экспериментов по физике высоких энергий:
  - Данные NOvA: 12 ПБ сохранено на лентах во FNAL
  - Данные g-2: 730 ТБ — ленты FNAL
  - Данные 1 кластера Байкал-GVD за 1 год: 20 ТБ на персональном дисковом хранилище в ЛЯП ОИЯИ
- ❖ Типичные счетные ресурсы не-БАК экспериментов ФЭЧ
  - NOvA: 2,2 млн. часов процессорного времени (за месяц), ~ до 10% вычислительного вклада через «Облако» (150 ядер) и Tier-2 (до 200 ядер в зависимости от нагрузки)
  - (для сравнения FZU — до 30%, FNAL — до 60%, всего около 20 счетных ферм)
  - mu2e: 0,63 млн. часов процессорного времени (за месяц), почти 100% FNAL
  - BES-III: 0,67 млн. часов процессорного времени (за месяц), ~ 5.5% вычислительного вклада через «Облако» (40 ядер) и Tier-2 (до 100 ядер (?) в зависимости от нагрузки)

# Облачная инфраструктура ЛИТ ОИЯИ (общие ресурсы)



## ❖ Статистика

- ➔ ~ 30 узлов, 624 ядер, 2,7 ТБ оперативной памяти
- ➔ ~ 120 пользователей, 220 виртуальных компьютеров

## ❖ Используется для:

- ➔ разработки, тестирования и отладки приложений в различных средах
- ➔ тестирования и изучения программных систем
- ➔ физических расчетов в интерактивном режиме (аналогично персональным компьютерам)
- ➔ расчетов в режиме пакетной обработки задач (BES-III, NOvA)







- ❖ Кто подтвердит, что круглые колеса лучше?
- ❖ Как установить колеса на нашу тележку?
- ❖ Сколько времени понадобится для получения навыков пользования колесами?
- ❖ Необходима поддержка и производство колес



- ❖ Кто подтвердит, что круглые колеса лучше?
- ❖ Как установить колеса на нашу тележку?
- ❖ Сколько времени понадобится для получения навыков пользования колесами?
- ❖ Необходима поддержка и производство колес

- ❖ У нас налажено производство квадратных колес
- ❖ Осевое соединение настроено лучшим образом для вращения квадратных колес
- ❖ Мы умеем распараллеливать тележки для получения оптимального результата
- ❖ У наших коллег не столь хорошая программа осевого вращения квадратных колес, но они научились подготавливать поверхность для скольжения квадратных колес
- ❖ В конце концов, у нас нет времени разбираться в инновациях, нам надо работать

1) Компьютерные ресурсы ЛИТ на примере применения облаков в эксперименте NOvA

# Компьютерная инфраструктура ОИЯИ для эксперимента NOvA

---

- ❖ Настроены и протестированы локальные компьютеры для использования программного кода NOvA
- ❖ Внутри облачной инфраструктуры ЛИТ ОИЯИ подготовлены универсальные виртуальные образы компьютеров (Virtual Machine — VM) с необходимым «софтом» NOvA.
- ❖ «Облако» интегрировано в систему OSG (Open Science Grid) для задач связанных с моделирование нейтринных событий эксперимента (NOvA production).  
Тестируется запуск задач для mu2e (поступила просьба из Фермилаба).
- ❖ Система расширяется и может масштабироваться.
- ❖ Настраивается и тестируется дисковые хранилища и «быстрые данные» (data-cache).
- ❖ В OSG «NOvA prod» также интегрирована инфраструктура Tier-2 ОИЯИ.

# Интерактивные виртуальные компьютеры (iVM)



OpenNebula

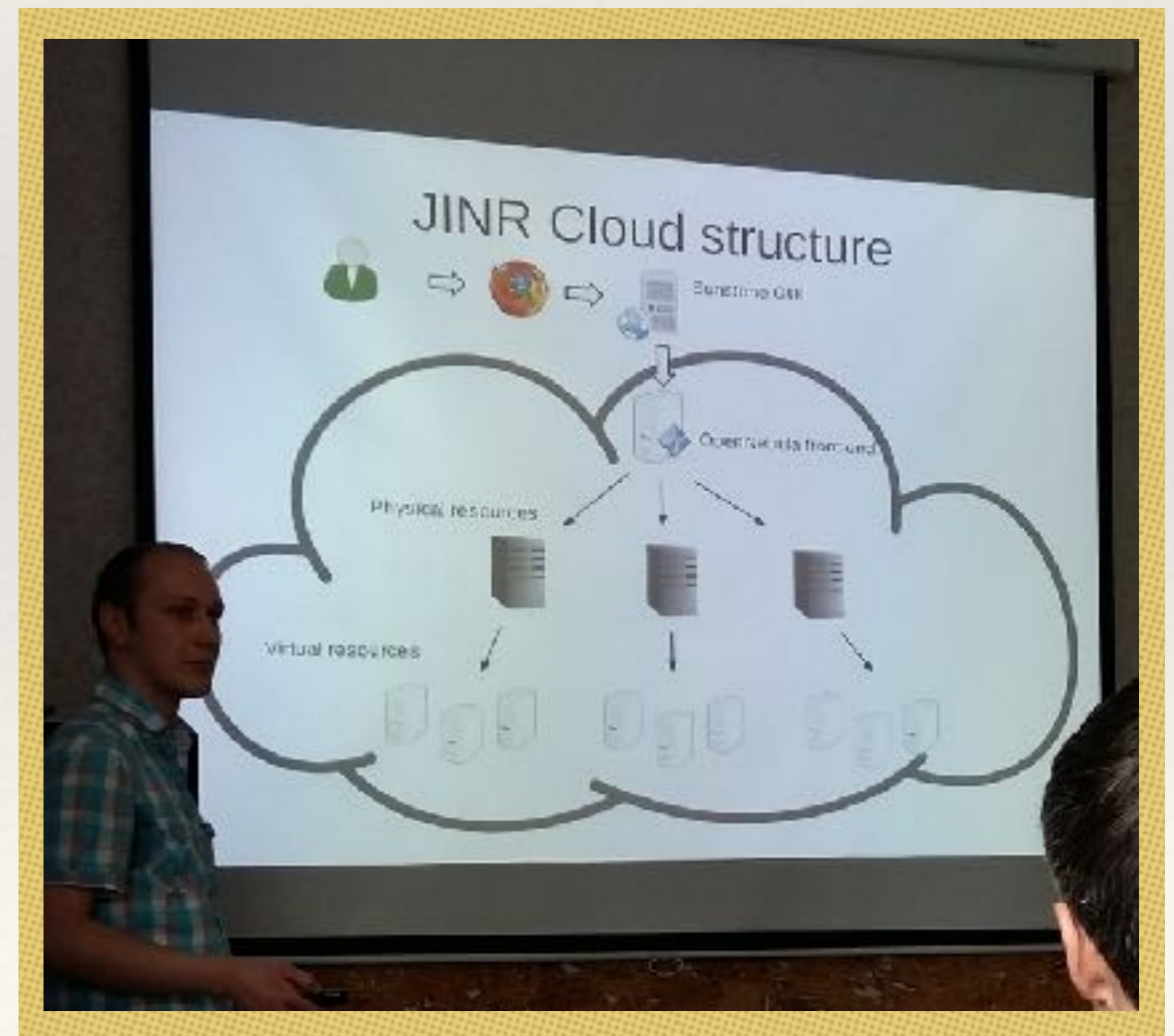
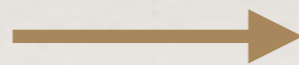


Virtual Machines

<input type="checkbox"/>	ID	Owner	Group	Name	Status	VM hostname	VM IP	
<input type="checkbox"/>	51685	kakorin	nova	debian_with_genie	RUNNING	vm221-54.jinr.ru	159.93.221.54	
<input type="checkbox"/>	50687	samoylov	nova	GNA-Debian	RUNNING	Hostname resolve failed	10.93.221.76	
<input type="checkbox"/>	29254	nifuki	nova	NOvA_Interactive_Node_Child-29254	RUNNING	Hostname resolve failed	159.93.221.20	
<input type="checkbox"/>	29253	nifuki	nova	NOvA_Interactive_Node_Child-29253	RUNNING	Hostname resolve failed	159.93.221.18	
<input type="checkbox"/>	29252	nifuki	nova	NOvA_Interactive_Node_Child-29252	RUNNING	Hostname resolve failed	159.93.221.11	
<input type="checkbox"/>	28092	samoylov	nova	angara-28092	RUNNING	vm221-25.jinr.ru	159.93.221.25	
<input type="checkbox"/>	21605	sheshuk	nova	cloud-snova	RUNNING	Hostname resolve failed	159.93.221.12	
<input type="checkbox"/>	3503	samoylov	nova	nova	RUNNING	cldvm120.jinr.ru	159.93.33.120	
<input type="checkbox"/>	1420	samoylov	nova	nova	RUNNING	cldvm121.jinr.ru	159.93.33.121	
<input type="checkbox"/>	1418	samoylov	nova	nova	RUNNING	cldvm117.jinr.ru	159.93.33.117	

# Пример переноса «софта» старых экспериментов в «Облако»

- ❖ Мы клонировали наш программный код NOMAD вместе с необходимыми библиотеками и даже операционной системой с ее архитектурой (32-разряда, 4 ядра, 4 ГБ оперативной памяти).
- ❖ Затем перенесли этот образ в «Облако» ЛИТ, проверили работоспособность — это отлично работает!
- ❖ Компьютер «angara» с «софтом» NOMAD работает с 2009 года, дважды обновлялось «железо», включая материнскую плату. С переходом в облако «железная» проблема старения должна уйти.



# Облачные ресурсы, спонсируемые ЛЯП

---

- ❖ NOvA приобрела (в течение 3 лет) 14 серверов (300 ядер, 1,2 ТБ оперативной памяти) в «Облако» ЛИТ. Последняя партия настраивается.
- ❖ Для NOvA мы протестировали персональное хранилище данных QNAP 28 ТБ, расположенное сейчас в серверной ROC-Dubna. Проводится установка и настройка дискового сервера на 100 ТБ в облачном хранилище ЛИТ.
- ❖ Daya Bay / JUNO — в процессе приобретения 4 серверов (96 ядер, 512 ГБ оперативной памяти) в «Облако» ЛИТ.
- ❖ BES-III использует до 40 виртуальных машин в «облаке» (40 ядер, 80 ГБ оперативной памяти).

2) Предложение по расширению  
облачного сервиса на нейтринные  
эксперименты



# Инициативная группа CSNP

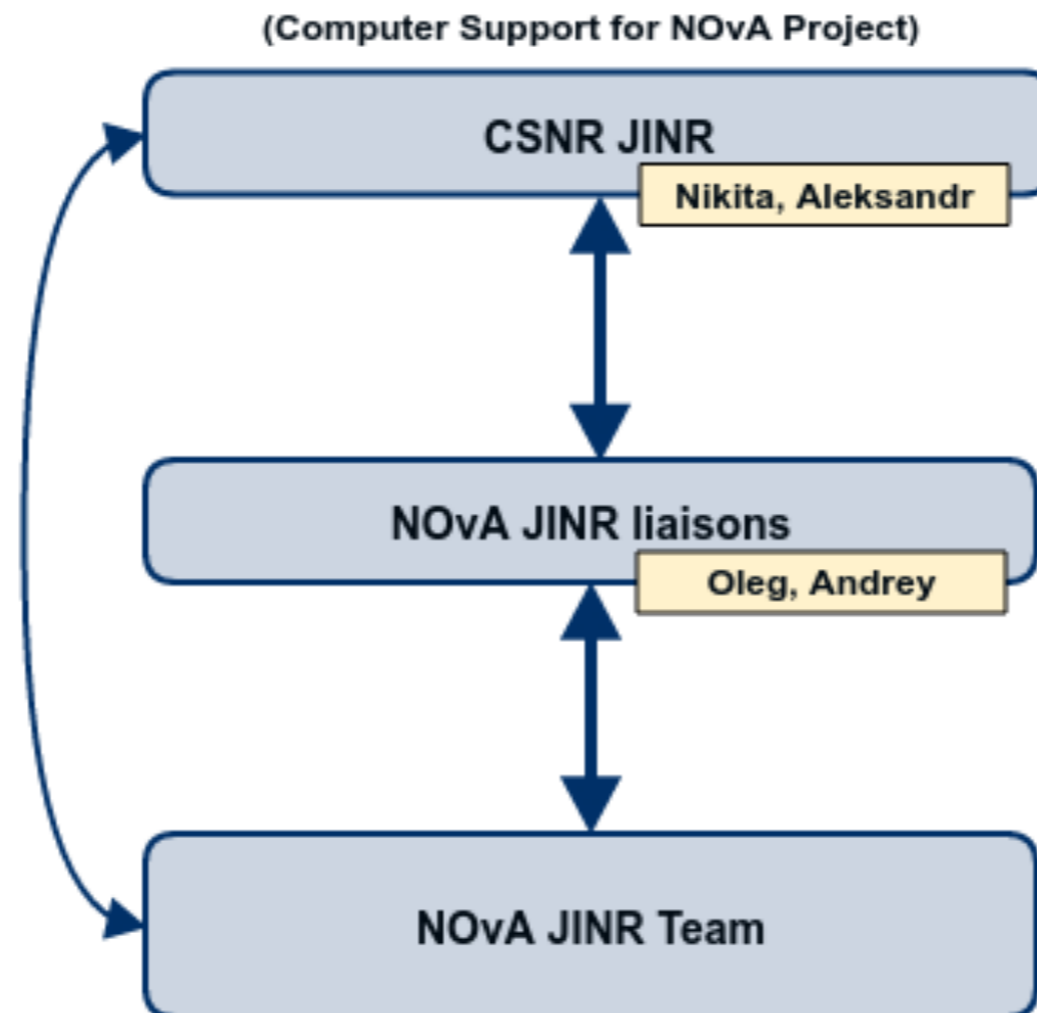
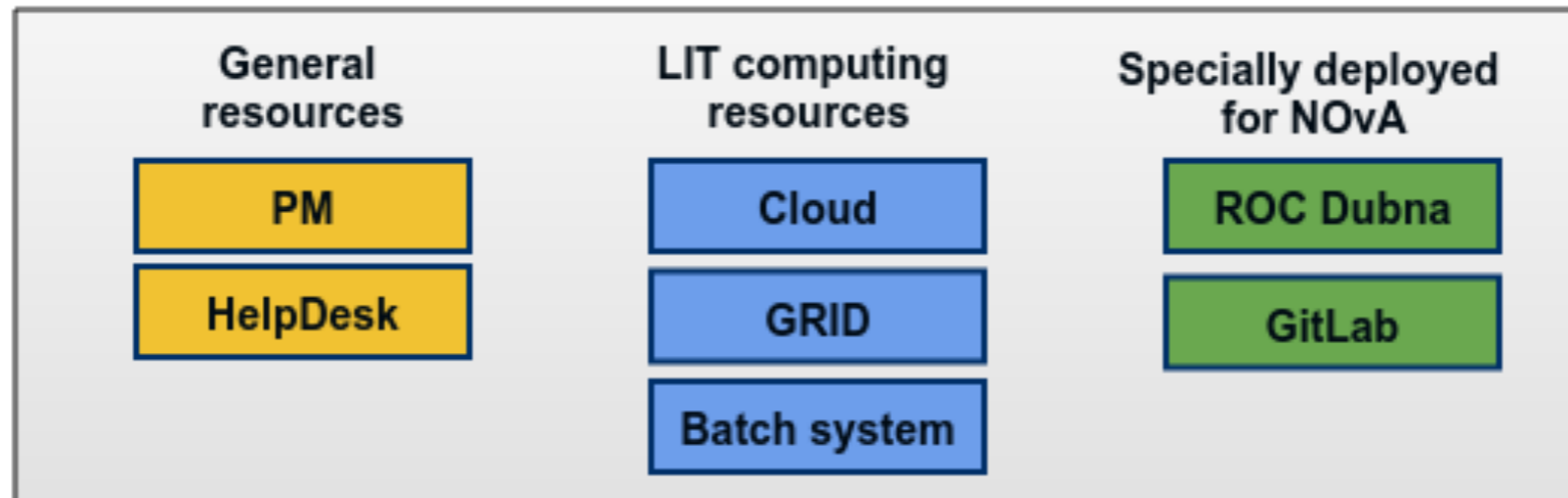
---

→ Computing Support of the  
NOvA Project – CSNP

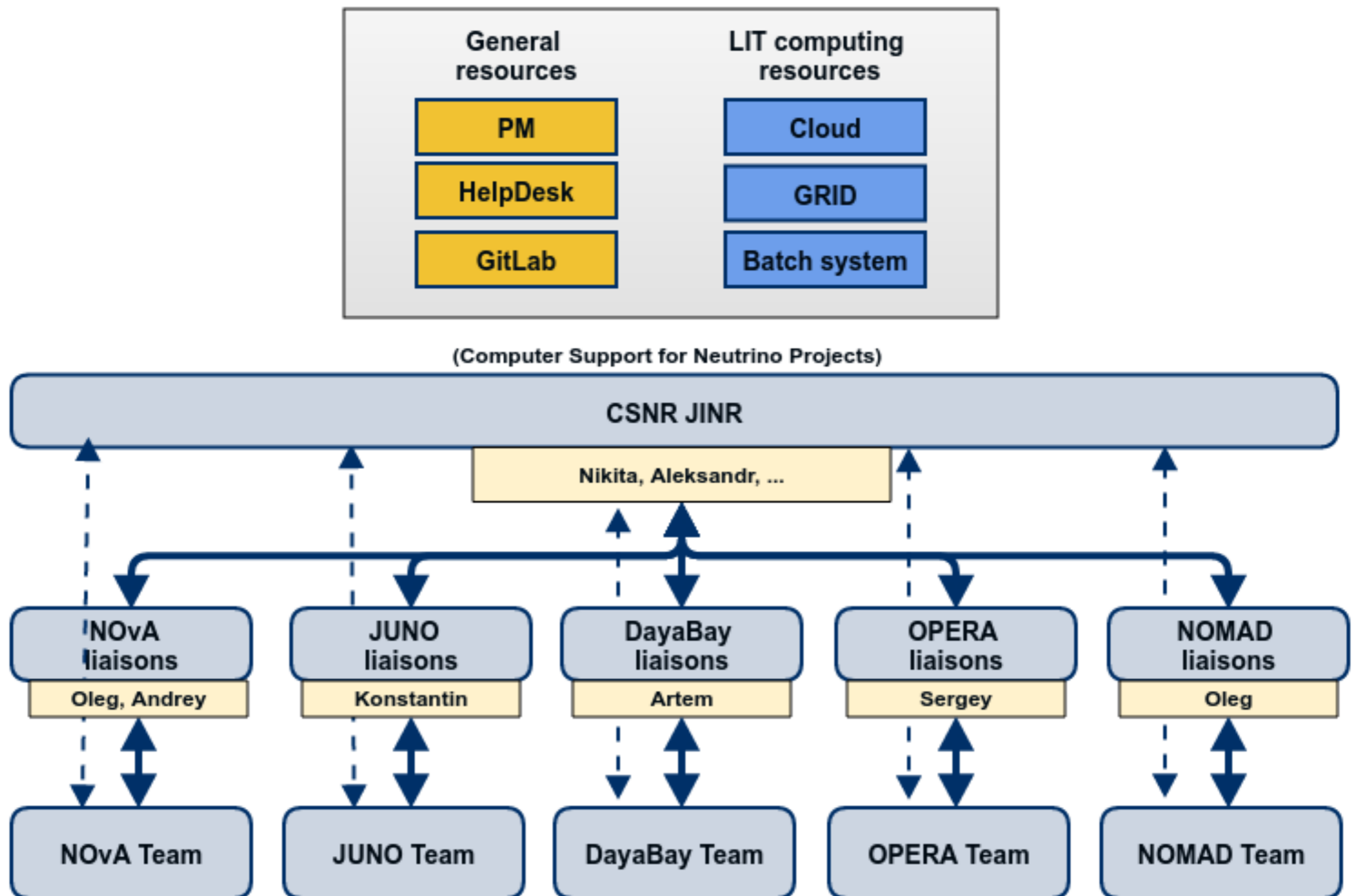
to

→ Computing Support for Neutrino  
Projects (at JINR) – CSNP

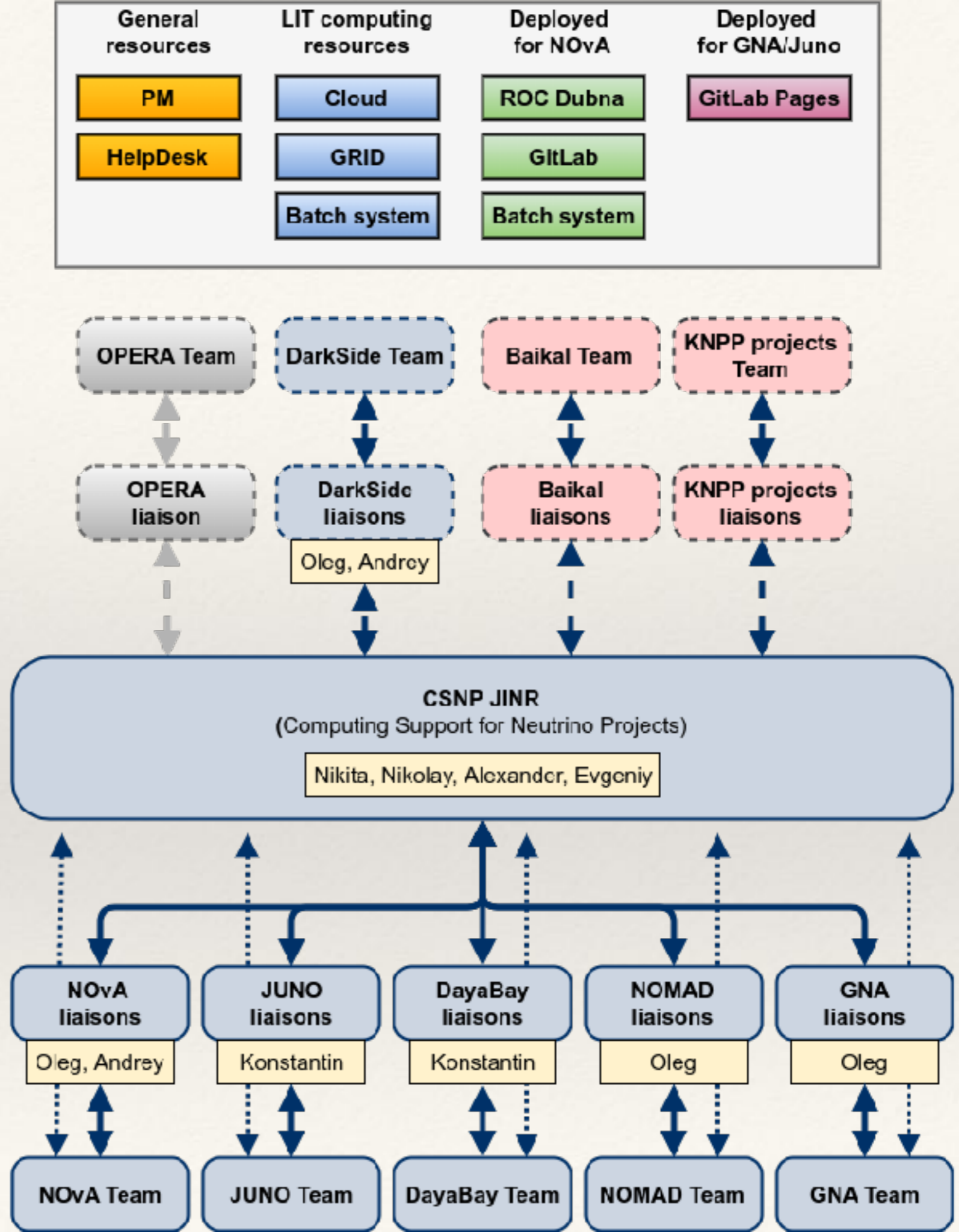
# NOvA and Computing 2015



# Neutrino computing proposal from 2015



# Neutrino computing 2017 up-to-date and proposal



# Заключение

# Основные шаги освоения и применения облаков

---

- ❖ Понять потребности эксперимента количестве вычислительных ресурсов и объема данных.
- ❖ Регистрация в МИВК (ЦИВК).
- ❖ Вариант 1: запрос ресурсов из общего пула облачных ресурсов (запрашиваемый объем ограничивается текущим количеством свободных ресурсов)
- ❖ Вариант 2: закупка и установка собственных узлов в облачную структуру ЛИТ.
- ❖ Использование / обновление узлов.
- ❖ Поддержка работоспособности обеспечивается CSNP.

Если руководители  
экспериментов и дирекция  
одобряют





Если руководители  
экспериментов и дирекция  
одобряют



Облачный сервис может дать энергию для счетных ресурсов и  
систем хранения данных нейтринных экспериментов ЛЯП



Total Wall Hours by Site

