

# Как собрать суперкомпьютер из подручных средств

Модель суперкомпьютера

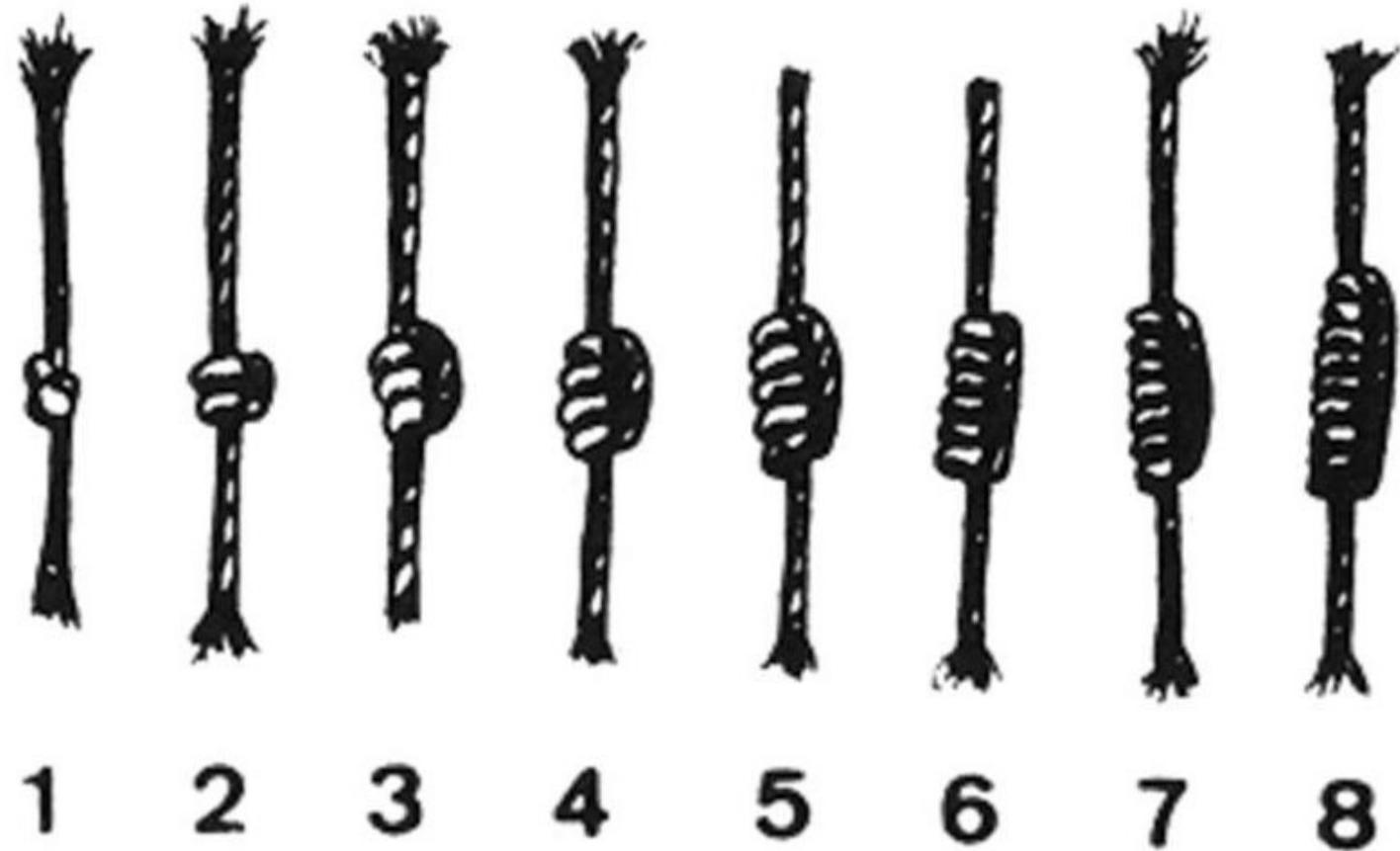
# Что такое суперкомпьютер?



Что такое суперкомпьютер?



Разновидность узлов (узлы инков)



## Что такое суперкомпьютер?



## Узлы (сервера)

Вид спереди



Вид сзади



## Что такое суперкомпьютер?



## Что такое суперкомпьютер?



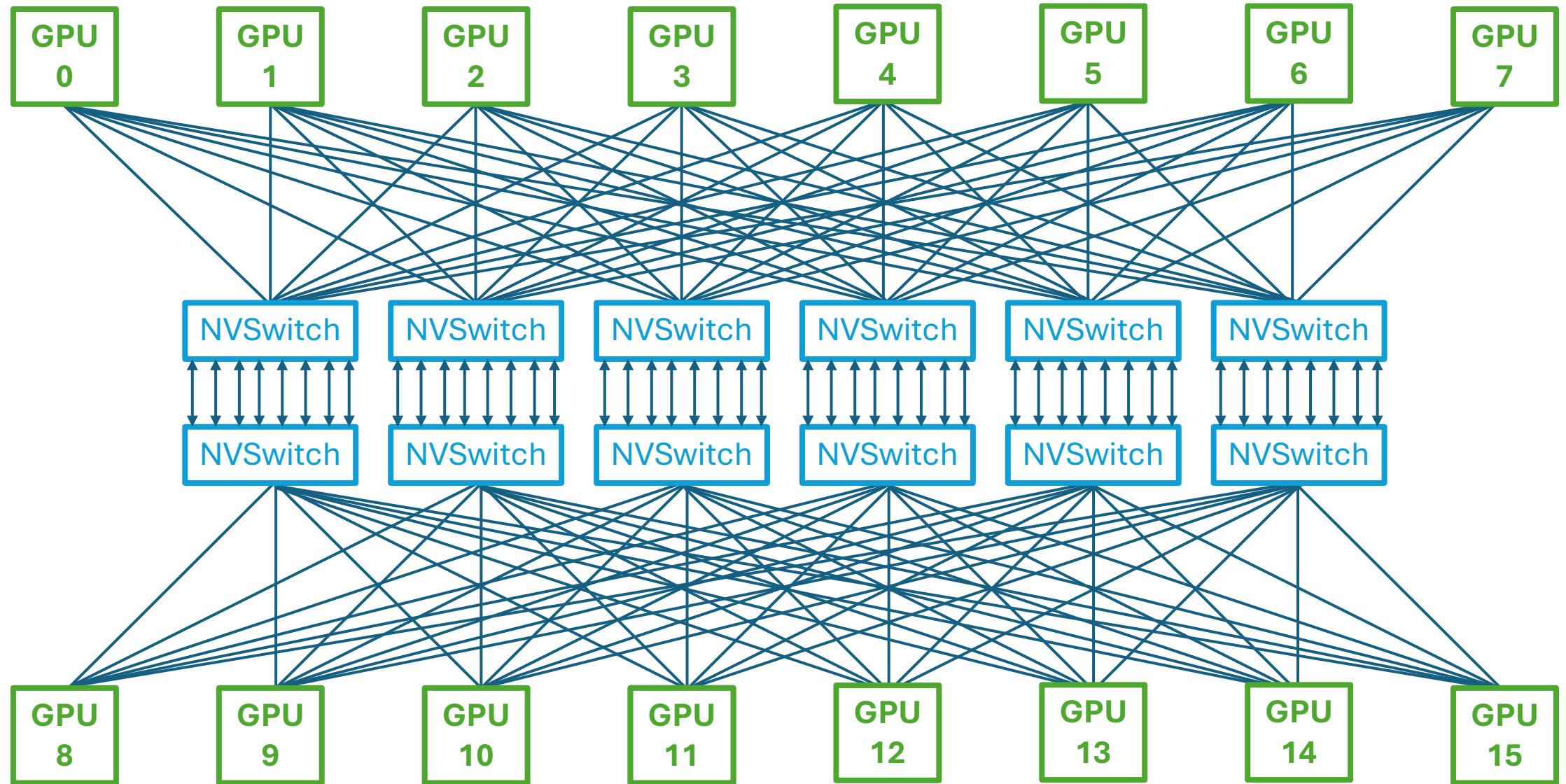
Память ОЗУ и GPU:



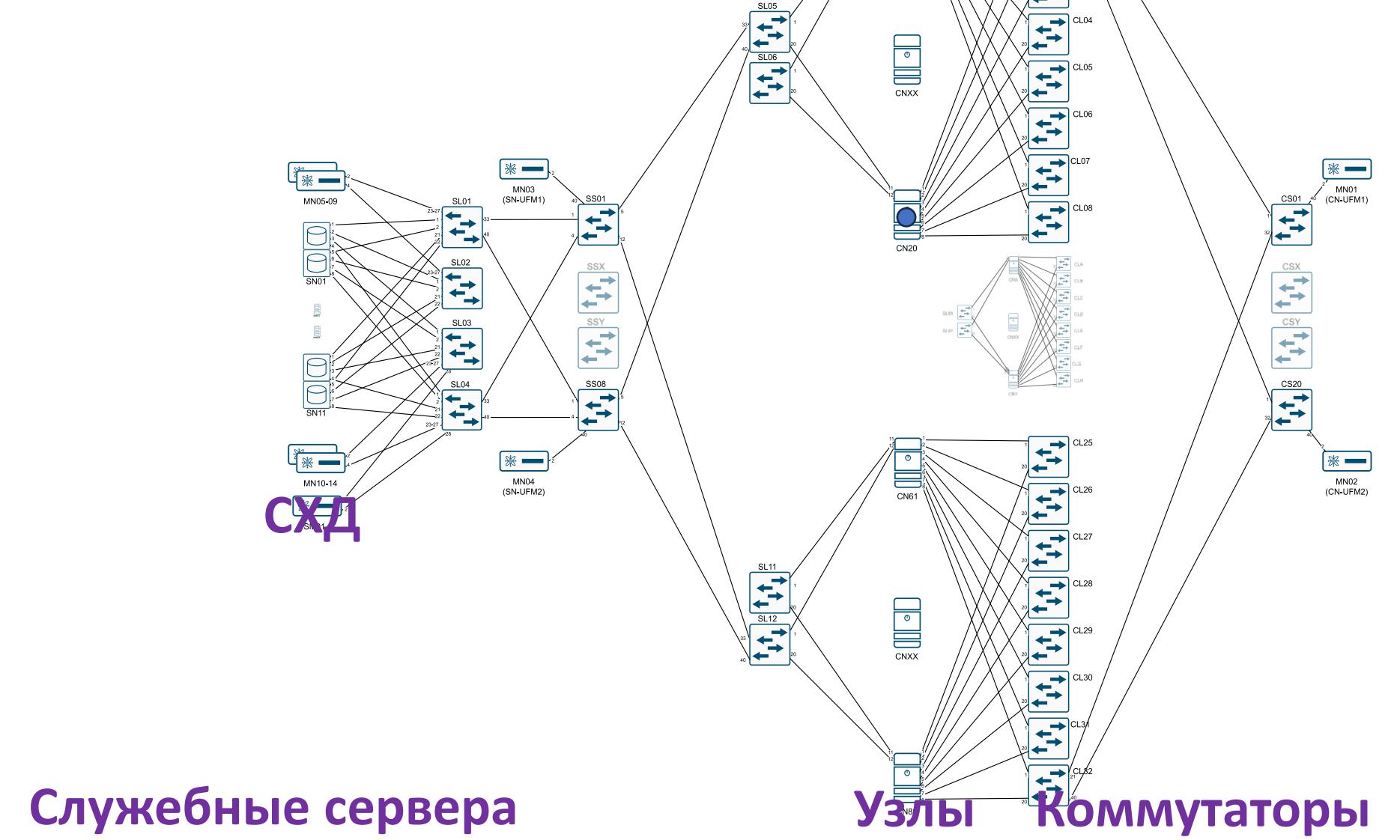
ОЗУ ~ 30 Тб на узел

Что такое суперкомпьютер?

Топология GPU (сеть Клоза)



## Что такое суперкомпьютер?



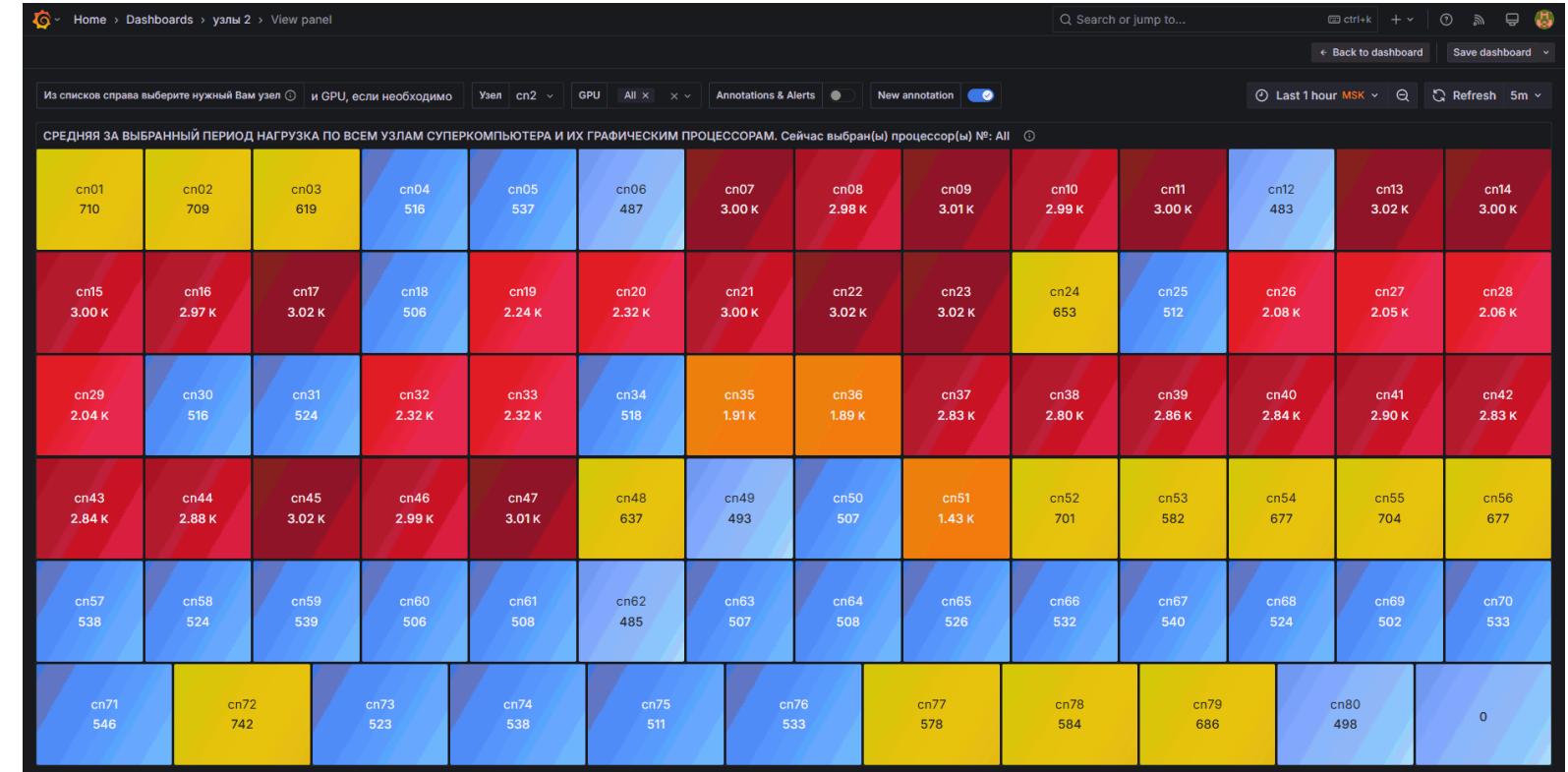
Служебные сервера

Узлы Коммутаторы

## Что такое суперкомпьютер?



## Энергообеспечение



## Что такое суперкомпьютер?

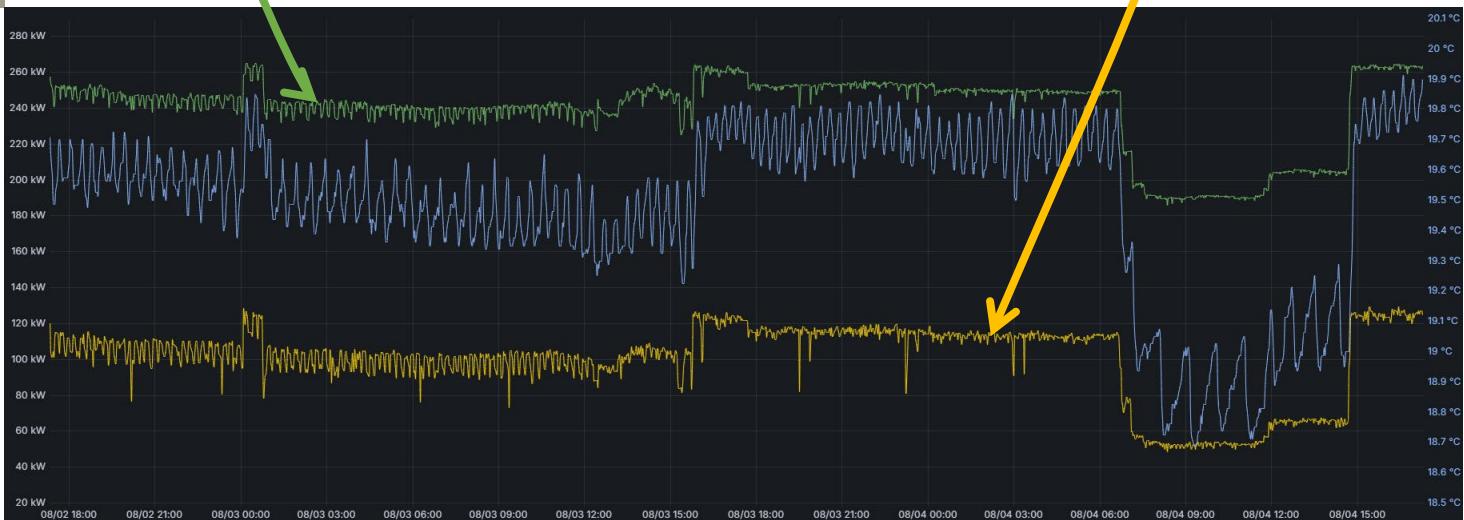


## Энергообеспечение

Общее потребление  $\sim 0.7$  МВт

Общее потребление узлов  $\sim 250$  кВт

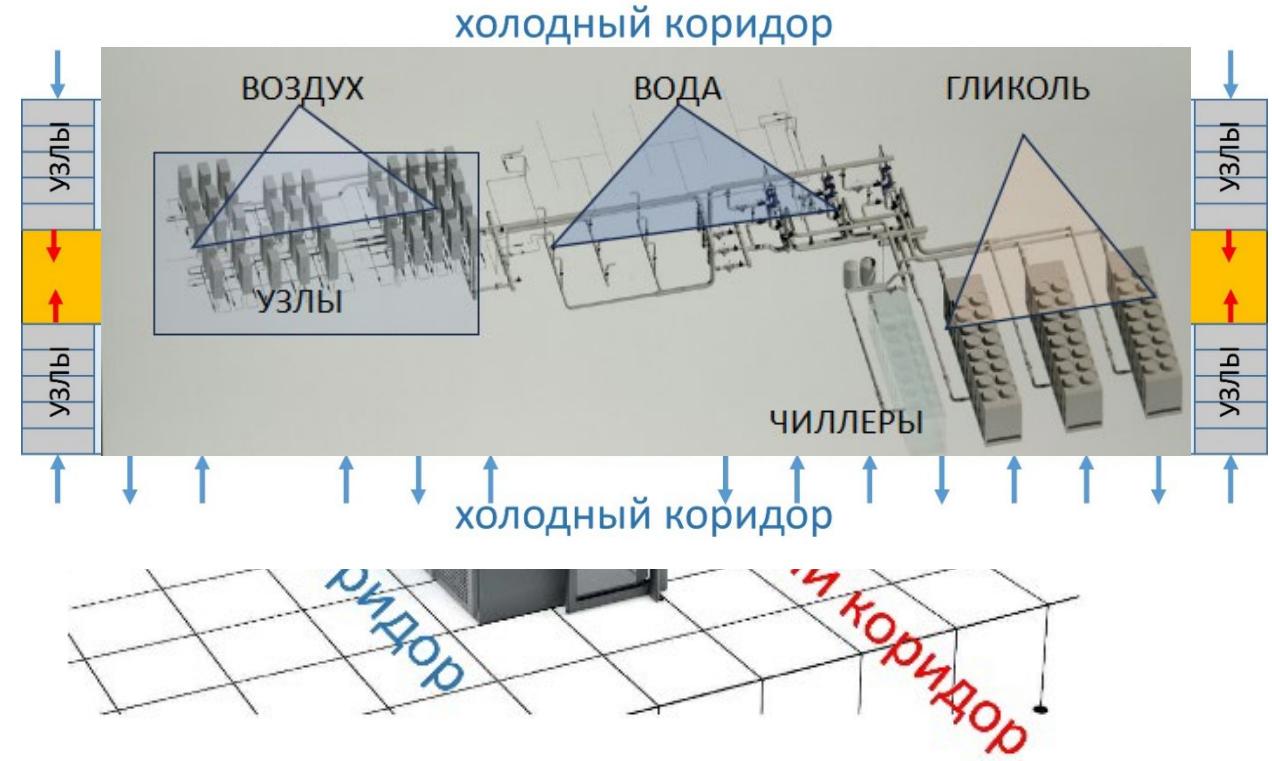
Общее по GPU от 90 до 130 кВт



# Что такое суперкомпьютер?



## Охлаждение



## Что такое суперкомпьютер?



## Программное обеспечение

Файловая система Lustre

Система распределения ресурсов SLURM

Администрирование FIPA

Мониторинг вычислительного комплекса Prometheus + Grafana

Мониторинг энергетики и охлаждения Стороннее ПО

# Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?

## Мат. часть



Узлы Системные блоки

Хранилище (СХД) Нет

Коммутаторы Роутеры обычные

Служебные сервера Нет, но могут быть

Энергообеспечение и охлаждение Обычное

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



## Программное обеспечение

Файловая система NFS

Система распределения ресурсов SLURM

Администрирование Linux

Мониторинг вычислительного комплекса Prometheus + Grafana

Мониторинг энергетики и охлаждения Нет

# Сравнение



	Параметр	Модель	Суперкомпьютер
1	Узлы	Да	Да
2	GPU	Да/Нет	Да
3	СХД	Нет	Да
4	Сеть	Интернет	Инфинибенд
5	Коммутаторы	Какие есть	В структуре
6	ОС	Linux Ubuntu	Linux Ubuntu
7	SSH доступ	Да	Да
8	Файловая система	NFS	Lustre
9	MUNGE	Да	Да
10	Mariadb	Да	Да
11	SLURM	Да	Да
12	MPI	Да	Да
13	Prometheus+Grafana	Да	Да
14	Запуск задач (srun)	Да	Да
15	Регистрация пользователей	Да	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да	Да

# Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель	Суперкомпьютер
1	Узлы	Да	Да
2	GPU	Да/Нет	Да
3	СХД	Нет	Да
4	Сеть	Интернет	Инфинибенд
5	Коммутаторы	Какие есть	В структуре
6	ОС	Linux Ubuntu	Linux Ubuntu
7	SSH доступ	Да	Да
8	Файловая система	NFS	Lustre
9	MUNGE	Да	Да
10	Mariadb	Да	Да
11	SLURM	Да	Да
12	MPI	Да	Да
13	Prometheus+Grafana	Да	Да
14	Запуск задач (srun)	Да	Да
15	Регистрация пользователей	Да	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да	Да

# Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

ОС Ubuntu — установка

Загрузочная флешка

Полная замена другой ОС

**ИЛИ**

**Установка рядом с другой ОС**

Имя Пользователя

usercn01

Имя компьютера

cn01

# Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## SSH доступ

Беспарольный доступ (чтобы узлы могли общаться без «преград»)

Обновить систему

`sudo apt update`

Установить SSH сервер

`sudo apt install openssh-server`

Отключить файрвол

`sudo ufw allow ssh`

Проверить работу SSH

`ps -A | grep sshd`

Сгенерировать приватный и публичный ключи

`ssh-keygen -t rsa`

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## SSH доступ (продолжение 1)

Беспарольный доступ (чтобы узлы могли общаться без «преград»)

В результате созданы два ключа:

Приватный в файле

`/home/user_name/.ssh/id_rsa`

Публичный в файле

`/home/user_name/.ssh/id_rsa.pub`

Скопировать ключ (указав реальный IP-адрес компьютера)

`ssh-copy-id cn01@10.33.11.37`

Чтобы не набирать каждый раз IP-адрес узла, отредактировать файл `hosts`

`sudo nano /etc/host`

Набрать в нём (и после сохранить файл)

`10.33.11.37 cn01`

# Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## Файловая система NFS

Серверная

Клиентская

Скачать nfs-server

`sudo apt-get install nfs-server`

В корневой папке создать папку nfs

`sudo mkdir /nfs`

Открыть для редактирования файл exports

`sudo nano /etc/exports`

В открывшемся файле добавить строку

`/nfs *(rw, sync)`

Сохранить файл и перезапустить NFS

`sudo service nfs-kernel-server restart`

Посмотреть атрибуты папки nfs

`ls -ld /nfs`

Указать владельца (usercn0) файла

`sudo chown usercn0 /nfs`

Скачать nfs-client

`sudo apt-get install nfs-client`

В корневой папке создать папку nfs

`sudo mkdir /nfs`

Открыть для редактирования файл fstab

`sudo nano /etc/fstab`

В открывшемся файле добавить строку

`cn01:/nfs /nfs nfs`

Сохранить файл и перезапустить службу daemon

`sudo systemctl daemon-reload`

Убедиться, что все разделы успешно смонтированы

`sudo mount -a`

# Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
<b>9</b>	<b>MUNGE</b>	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## MUNGE

Служба для создания и проверки учётных данных пользователей будущего суперкомпьютера.

Без неё никак :-)

Создать переменную MUNGEUSER со значением 1001:

```
export MUNGEUSER=1001
```

Создать группу Munge с идентификатором группы GID = 1001, которое хранится в переменной MUNGEUSER

```
sudo groupadd -g $MUNGEUSER munge
```

Добавить в группу Munge пользователя с тем же идентификатором (1001)

```
sudo useradd -m -c "MUNGE Uid 'N' Gid Emporium" -d /var/lib/munge -u $MUNGEUSER -g munge -s /sbin/nologin munge
```

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

### MUNGE (продолжение 1)

Служба для создания и проверки учётных данных пользователей будущего суперкомпьютера.

Создать переменную SLURMUSER со значением 1002:

```
export SLURMUSER=1002
```

Создать группу Slurm с идентификатором группы GID = 1002, которое хранится в переменной SLURMUSER

```
sudo groupadd -g $SLURMUSER slurm
```

Добавить в группу Slurm пользователя с тем же идентификатором (1002)

```
sudo useradd -m -c "SLURM workload manager" -d /var/lib/slurm -u $SLURMUSER -g slurm -s /sbin/nologin slurm
```

# Что такое «НАШ» суперкомпьютер?

## MUNGE (продолжение 2)



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

Установить munge

`sudo apt-get install -y munge`

Сменить владельца munge (права владения передаются пользователю Munge)

`sudo chown -R munge: /etc/munge/ /var/log/munge/ /var/lib/munge/ /run/munge/`

Настроить права доступа

`sudo chmod 0700 /etc/munge/ /var/log/munge/ /var/lib/munge/ /run/munge/`

Скопировать ключ от Munge на вычислительные узлы (пригодилась NFS, наконец-то!).

Ключ от Munge генерится автоматически после успешной установки munge

`sudo scp /etc/munge/munge.key /nfs/slurm/`

Поменять права файла с ключом

`sudo chmod -R 777 munge.key`

Сделать Munge доступным

`sudo systemctl enable munge`

Запустить службу Munge

`sudo systemctl start munge`

В результате на терминале должно вывестись:

`usercn00@cn00:~$ systemctl status munge`

● munge.service - MUNGE authentication service

    Loaded: loaded (/usr/lib/system/system/munge.service;

enabled; preset: enabled)

    Active: active (running) since Wed 2025-08-20 11:08:29

MSK; 30s ago

# Что такое «НАШ» суперкомпьютер?

Mariadb +SLURM



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

Установить mariadb-server — базу данных, которая будет использоваться в SLURM

`sudo apt-get install mariadb-server`

Установить slurmdbd — интерфейс между менеджером задач SLURM и базой данных

`sudo apt-get install slurmdbd`

Установить SLURM

`sudo apt-get install slurm-wlm`

Настроить базу данных под SLURM. Для этого зайти в базу mariadb в правами root

`sudo su`

`mysql`

```
grant all on slurm_acct_db.* TO 'slurm'@'localhost'  
identified by 'user12' with grant option;
```

```
create database slurm_acct_db;
```

```
exit;
```

С этого момента mariadb установлен

# Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## Mariadb +SLURM (продолжение)

Настроить сервер базы данных SLURM, которая будет напрямую подключаться к mariadb в фоновом режиме. Команды можно вводить без sudo, так как ввели sudo su

Сделать директорию

```
mkdir /etc/slurm
```

Создать файл

```
nano /etc/slurm/slurmdbd.conf
```

Вставить в него следующие строки

```
AuthType=auth/munge
StorageLoc=slurm_acct_db

DbdAddr=localhost
StoragePass=user12

#DbdHost=master0
StorageUser=slurm

DbdHost=localhost
###Setting database purge parameters

DbdPort=6819
PurgeEventAfter=12months

SlurmUser=slurm
PurgeJobAfter=12months

DebugEnabled=4
PurgeResvAfter=2months

LogFile=/var/log/slurm/slurmdbd.log
PurgeStepAfter=2months

PidFile=/run/slurm/slurmdbd.pid
PurgeSuspendAfter=1month

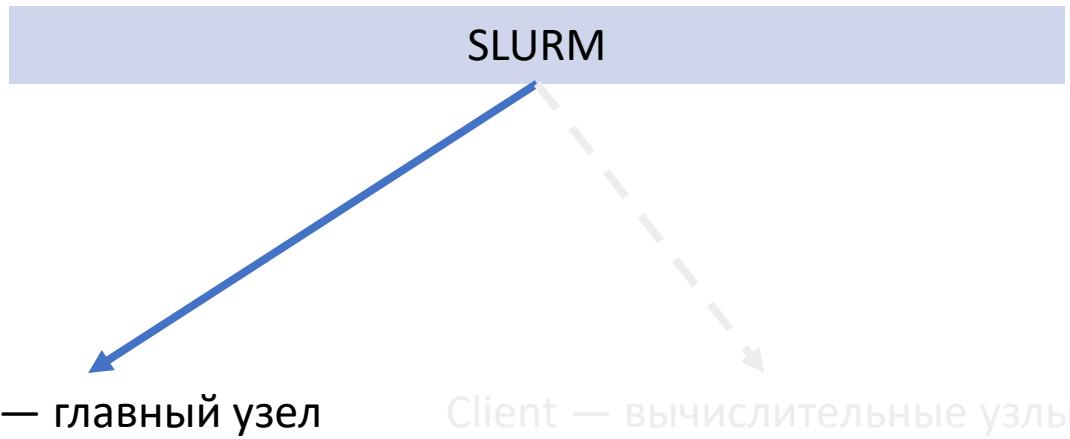
StorageType=accounting_storage/mysql
PurgeTXNAfter=12months

StorageHost=localhost
PurgeUsageAfter=12months
```

## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да



Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Создать файл конфигурации slurm.conf

`nano /etc/slurm/slurm.conf`

В нём прописать имя нашего хоста

`SlurmctldHost=cn00`

Поправить строки, добавив **slurm**

`SlurmctldLogFile=/var/log/slurm/slurmctld.log`

`SlurmdLogFile=/var/log/slurm/slurmd.log`

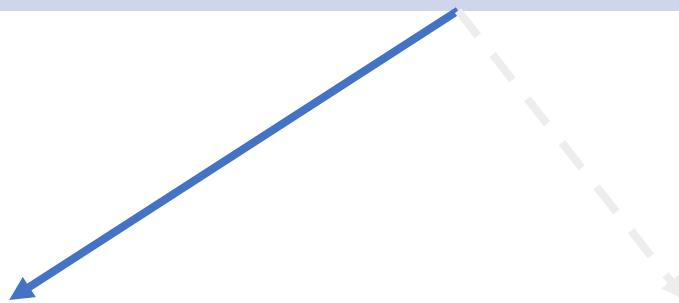
Сохранить файл

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

### SLURM (продолжение 1)



Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Разрешить входящие подключения к портам 6817, 6818, 6819

```
ufw allow 6817  
ufw allow 6818  
ufw allow 6819
```

Выполнить команды

```
mkdir /var/spool/slurmctld chown slurm:slurm /var/spool/slurmctld  
chmod 755 /var/spool/slurmctld  
mkdir /var/log/slurm
```

Создать пустые файлы

```
touch /var/log/slurm/slurmctld.log  
touch /var/log/slurm/slurm_jobacct.log  
touch /var/log/slurm/slurm_jobcomp.log
```

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

### SLURM (продолжение 2)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Передать права на папку пользователю slurm и группе slurm

```
chown -R slurm:slurm /var/log/slurm/
```

Установить права доступа к этой папке slurm

```
chmod 755 /var/log/slurm
```

Создать пустые файлы

```
touch /var/log/slurm/slurmctld.log  
touch /var/log/slurm/slurm_jobacct.log  
touch /var/log/slurm/slurm_jobcomp.log
```

Изменить расположение файлов PID, в которые slurm будет делать записи. Для этого найти файл slurmctld.service отредактировать его

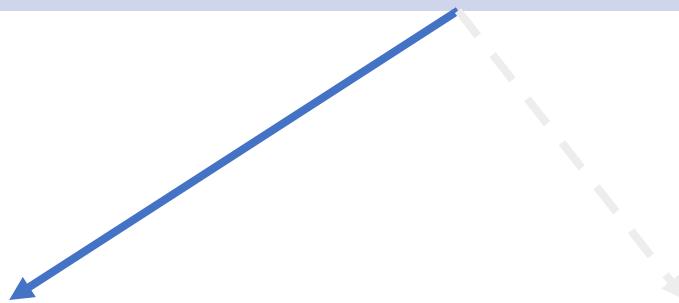
```
find / -name "slurmctld.service"  
nano /usr/lib/systemd/system/slurmctld.service
```

## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

### SLURM (продолжение 3)



Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Добавить строку

`PIDFile=/run/slurm/slurmctld.pid`

Тоже самое делаем для двух других файлов

`nano /usr/lib/systemd/system/slurmdbd.service`

`nano /usr/lib/systemd/system/slurmd.service`

Выполнить команду

`echo CgroupMountpoint=/sys/fs/cgroup >> /etc/slurm/cgroup.conf`

Проверить, работает ли конфигурация slurm

`slurmd -C`

В результате выведется

`NodeName=cn01 CPUs=8 Boards=1 SocketsPerBoard=1 CoresPerSocket=8 ThreadsPerCore=1 RealMemory=15857  
UpTime=0-04:21:51`

## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

### SLURM (продолжение 4)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Поменять владельца файла slurmdbd.conf

```
chown slurm:slurm slurmdbd.conf
```

Включить все обновлённые файлы

```
systemctl daemon-reload
```

Включить базу данных slurm

```
systemctl enable slurmdbd
```

В результате выведется

```
Synchronizing state of slurmdbd.service with SysV service script with /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install.  
Executing: /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install enable slurmdbd
```

То есть база включена

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

### SLURM (продолжение 5)

Master — главный узел

Установить почтовую утилиту

```
apt install mailutils
```

Запустить slurmctld

```
systemctl start slurmctld
```

Client — вычислительные узлы

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

### SLURM (продолжение 6)

Master — главный узел

Залогиниться на вычислительном узле

Создать переменную MUNGEUSER со значением 1001

`export MUNGEUSER=1001`

Создать группу Munge с идентификатором группы GID = 1001, которое хранится в переменной MUNGEUSER

`sudo groupadd -g $MUNGEUSER munge`

Добавить в группу Munge пользователя с тем же идентификатором (1001)

`sudo useradd -m -c "MUNGE Uid 'N' Gid Emporium" -d /var/lib/munge -u $MUNGEUSER -g munge -s /sbin/nologin munge`

## Что такое «**НАШ**» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## SLURM (продолжение 7)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Создать переменную SLURMUSER со значением 1002:

```
export SLURMUSER=1002
```

Создать группу Slurm с идентификатором группы GID = 1002, которое хранится в переменной SLURMUSER

```
sudo groupadd -g $SLURMUSER slurm
```

Добавить в группу Slurm пользователя с тем же идентификатором (1002)

```
sudo useradd -m -c "SLURM workload manager" -d /var/lib/slurm -u $SLURMUSER -g slurm -s /sbin/nologin slurm
```

## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

## SLURM (продолжение 8)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Установить munge

```
sudo apt-get install -y munge
```

Скопировать ключ, который был сгенерирован при установке munge на главный сервер, и сейчас расположен в общей для всех компьютеров папке nfs в папку /etc/munge

```
sudo scp /nfs/slurm/munge.key /etc/munge/
```

Изменить владельца этого ключа, чтобы доступ был только у пользователя munge и ни у кого другого

```
sudo chown munge:munge /etc/munge/munge.key
```

Изменил права доступа к этому ключу

```
sudo chmod 400 /etc/munge/munge.key
```

Запустить munge

```
sudo systemctl enable munge
```

```
sudo systemctl start munge
```

## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

## SLURM (продолжение 9)

Master — главный узел

Установить slurm на вычислительном узле (ни база данных, ни mariadb на вычислительно узле не устанавливается)

`sudo apt-get install slurm-wlm`

Скопировать файл slurm.conf из nfs /etc/slurm

`sudo scp /nfs/slurm.conf /etc/slurm`

Скопировать файл slurmdbd.conf из nfs /etc/slurm

`sudo scp slurmdbd.conf /etc/slurm/`

Создать папку

`mkdir /var/spool/slurmd`

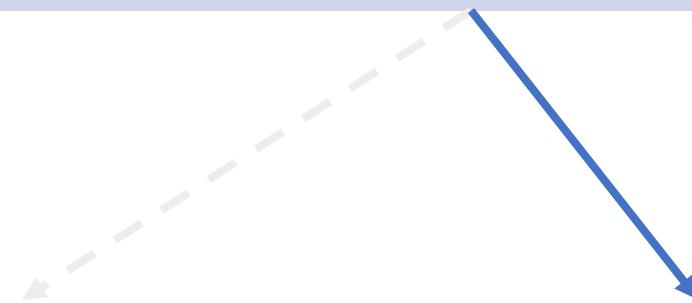
Задать владельца

`chown slurm: /var/spool/slurmd`

Установить права

`chmod 755 /var/spool/slurmd`

Client — вычислительные узлы



## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

## SLURM (продолжение 10)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Создать папку

```
mkdir /var/log/slurm/
```

Выполнить

```
touch /var/log/slurm/slurmd.log
chown -R slurm:slurm /var/log/slurm/slurmd.log
chmod 755 /var/log/slurm
```

Создать папку

```
mkdir /run/slurm
```

Добавить туда файл с именем slurm

```
touch /run/slurm/slurmd.pid
```

Поменять владельца этой папки на slurm:slurm, а доступ на 770

```
chown slurm:slurm /run/slurm
chmod -R 770 /run/slurm
```

Открыть редактор и добавить путь к этой папке для slurmd.service

```
nano /usr/lib/systemd/system/slurmd.service
ExecStart=/usr/sbin/slurmd --systemd $SLURMD_OPTIONS
PIDFile=/run/slurm/slurmd.pid
```

## Что такое «НАШ» суперкомпьютер?



Параметр	Модель
6	ОС
7	SSH доступ
8	Файловая система
9	MUNGE
10	Mariadb
11	SLURM
12	MPI
13	Prometheus+Grafana
14	Запуск задач (srun)
15	Регистрация пользователей
16	Статистика, учёт и контроль

## SLURM (продолжение 11)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

Выполнить команду точки монтирования групп

```
echo CgroupMountpoint=/sys/fs/cgroup >> /etc/slurm/cgroup.conf
```

Посмотреть, что получилось

```
slurmd -C
```

Выдалось

```
NodeName=ct02 CPUs=12 Boards=1 SocketsPerBoard=1 CoresPerSocket=6 ThreadsPerCore=2
```

```
RealMemory=15855
```

```
UpTime=0-03:21:56
```

Запустить slurm на вычислительном узле

```
systemctl enable slurmd.service
```

```
systemctl start slurmd.service
```

# Что такое «НАШ» суперкомпьютер?

MPI



	Параметр	Модель
6	ОС	Ubuntu
7	SSH доступ	Да
8	Файловая система	NFS
9	MUNGE	Да
10	Mariadb	Да
11	SLURM	Да
12	MPI	Да
13	Prometheus+Grafana	Да
14	Запуск задач (srun)	Да
15	Регистрация пользователей	Да
16	Статистика, учёт и контроль	Да

Установить MPI-библиотеку

`sudo apt install openmpi-bin openmpi-common libopenmpi-dev`

Интегрировать MPI со slurm

`ompi_info | grep -i slurm`

Установить PMI/PMIx (если требуется) PMI2 (входит в Slurm)

`sudo apt install libpmi2-0-dev`

Настроить Slurm для работы с MPI. Проверить (и изменить, если необходимо), что в конфигурации slurm (slurm.conf) указано

`ProctrackType=proctrack/pgid`

Для PMIx в файл конфигурации после строки `TaskPlugin=task/affinity,task/cgroup` добавить

`CopyLaunchParameters=pmix`

Посмотреть версию mpi

`mpirun --version`