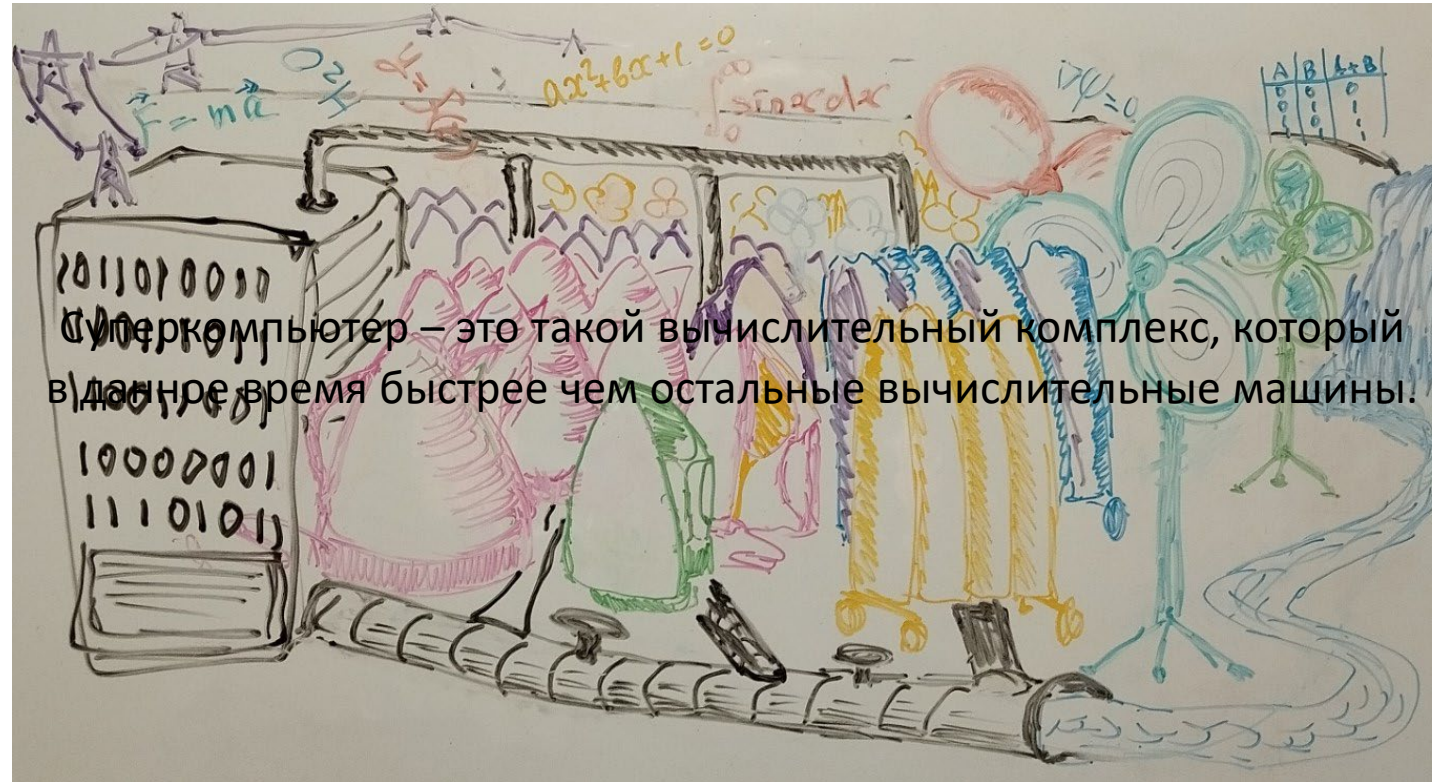


Как собрать суперкомпьютер из подручных средств

Модель суперкомпьютера

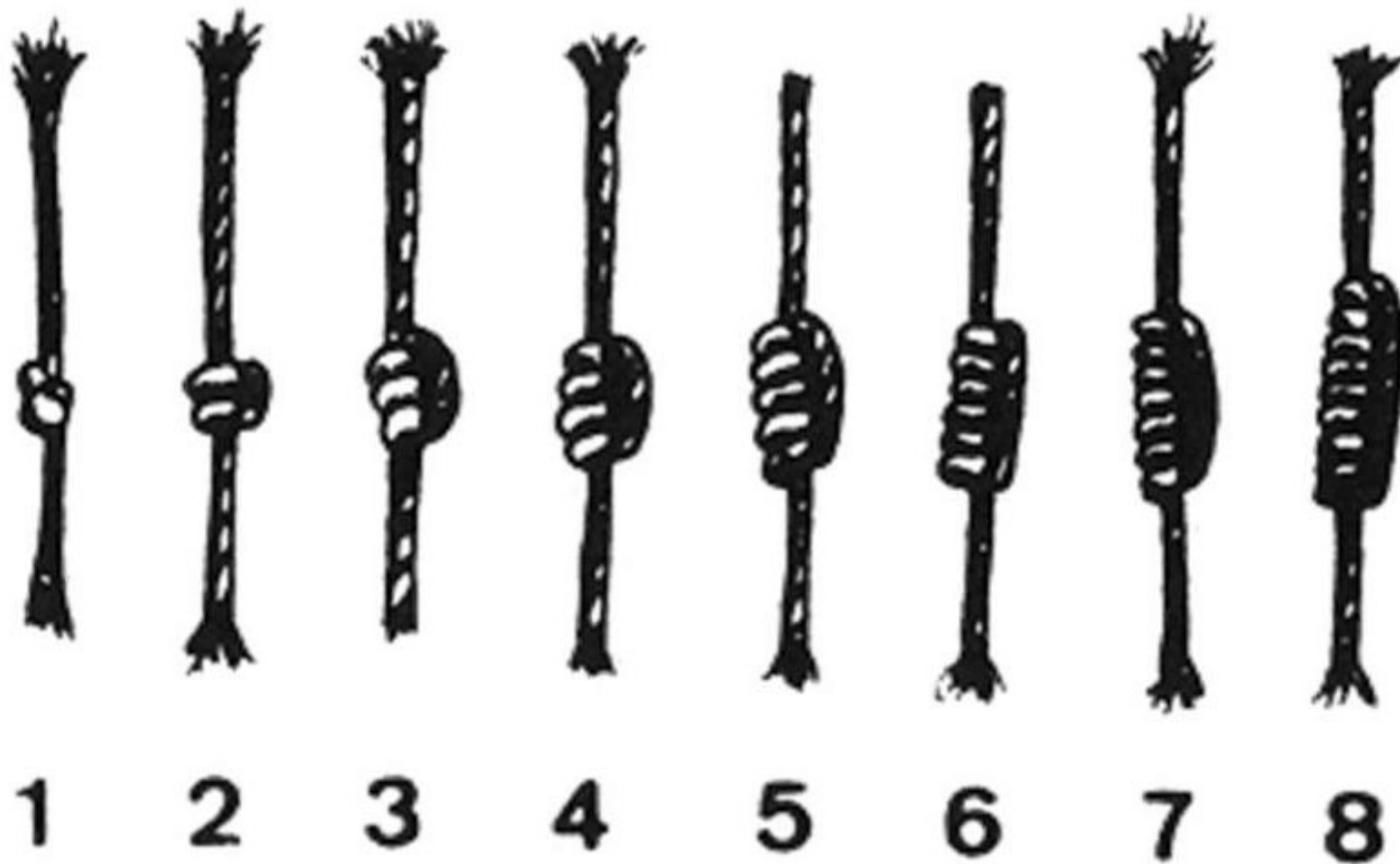
Что такое суперкомпьютер?



Что такое суперкомпьютер?



Разновидность узлов (узлы инков)



Что такое суперкомпьютер?



Узлы (сервера)

Вид спереди



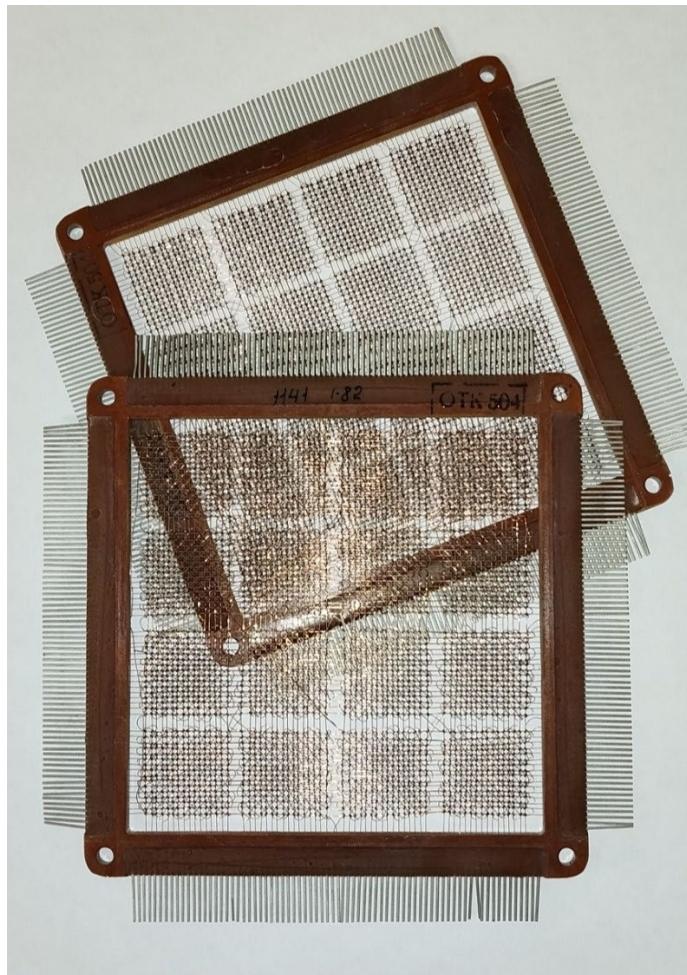
Вид сзади



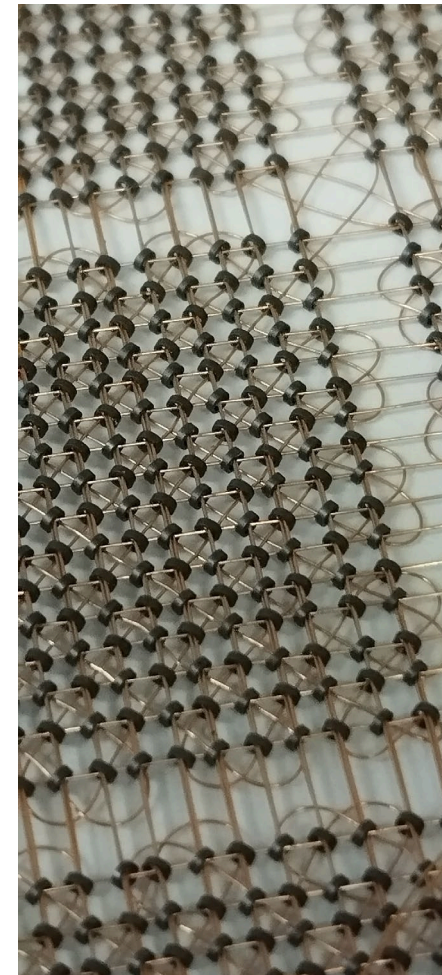
Что такое суперкомпьютер?



Что такое суперкомпьютер?



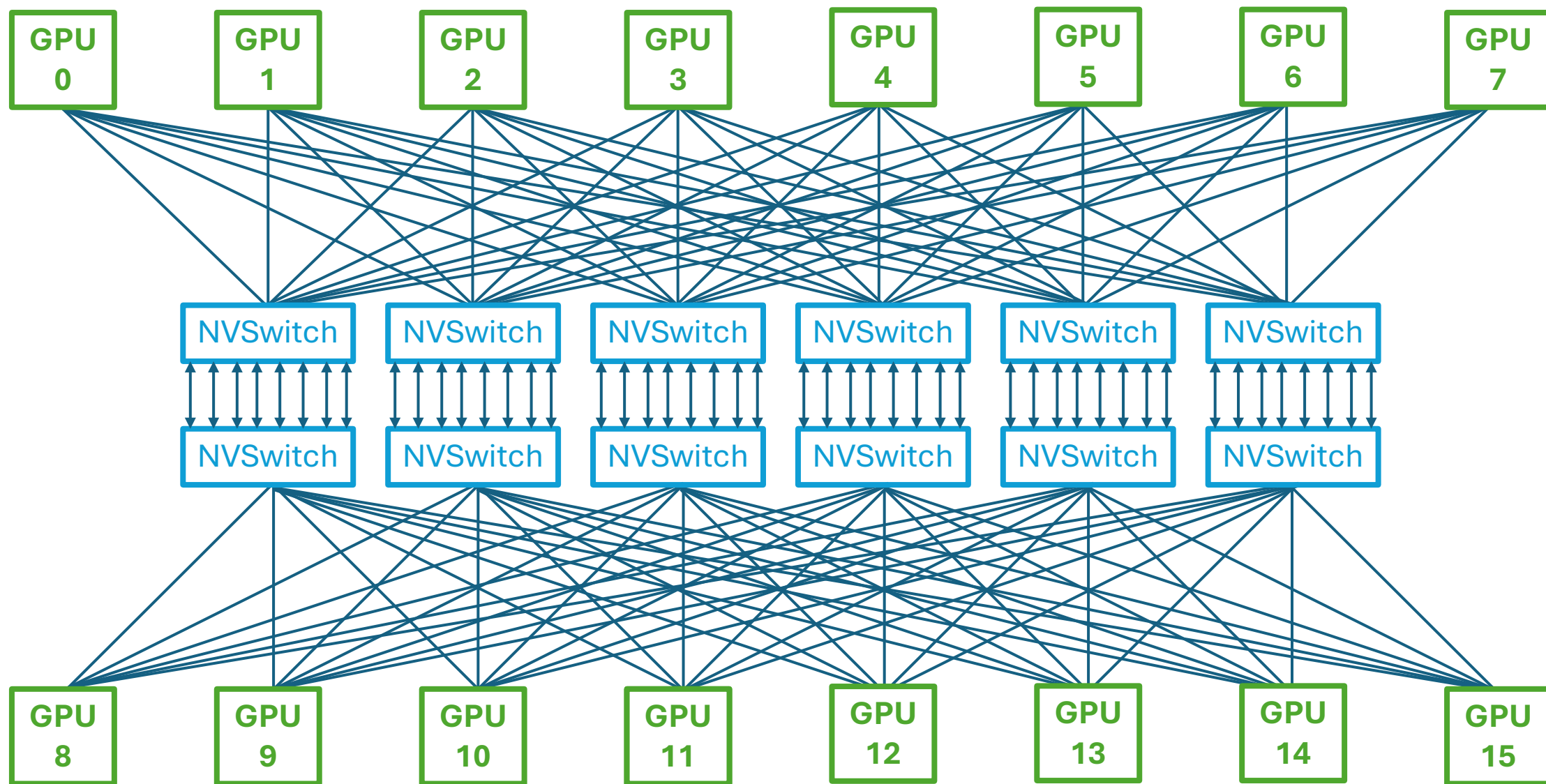
Память ОЗУ и GPU:



GBW ~ 30 TB на узел

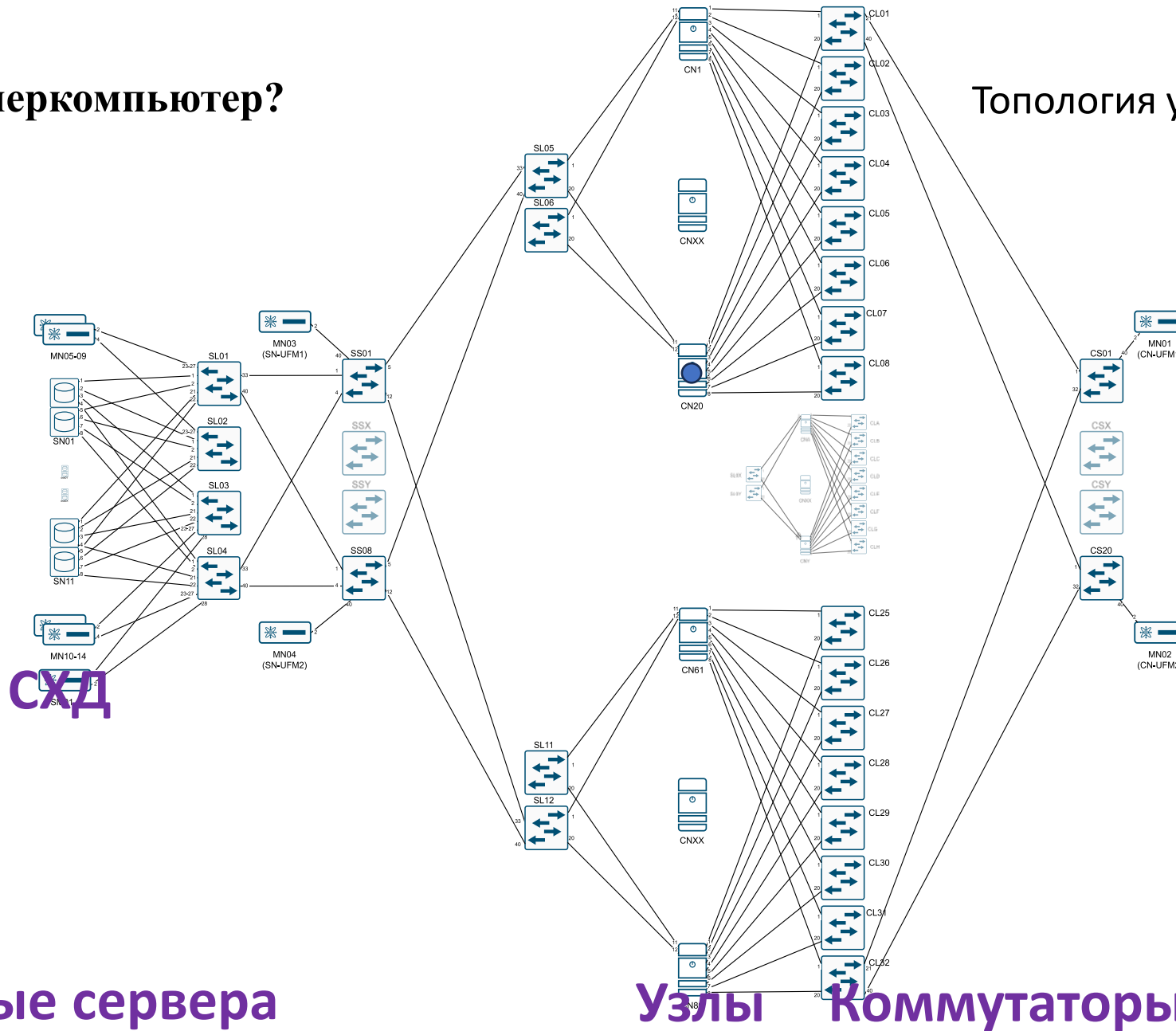
Что такое суперкомпьютер?

Топология GPU (сеть Клоза)



Что такое суперкомпьютер?

Топология узлов (сеть Клоза)



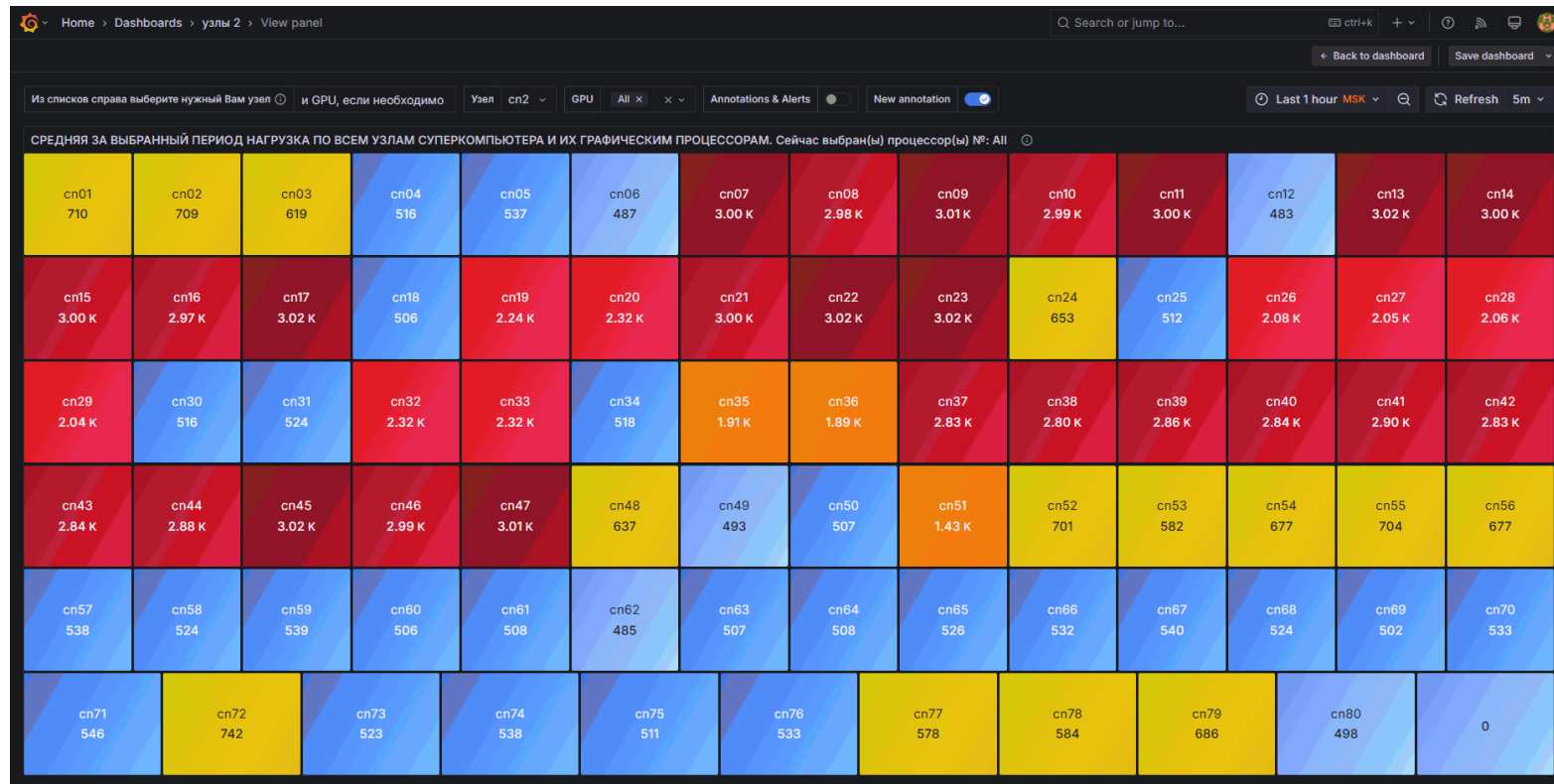
Служебные сервера

Узлы Коммутаторы

Что такое суперкомпьютер?



Энергообеспечение



Что такое суперкомпьютер?



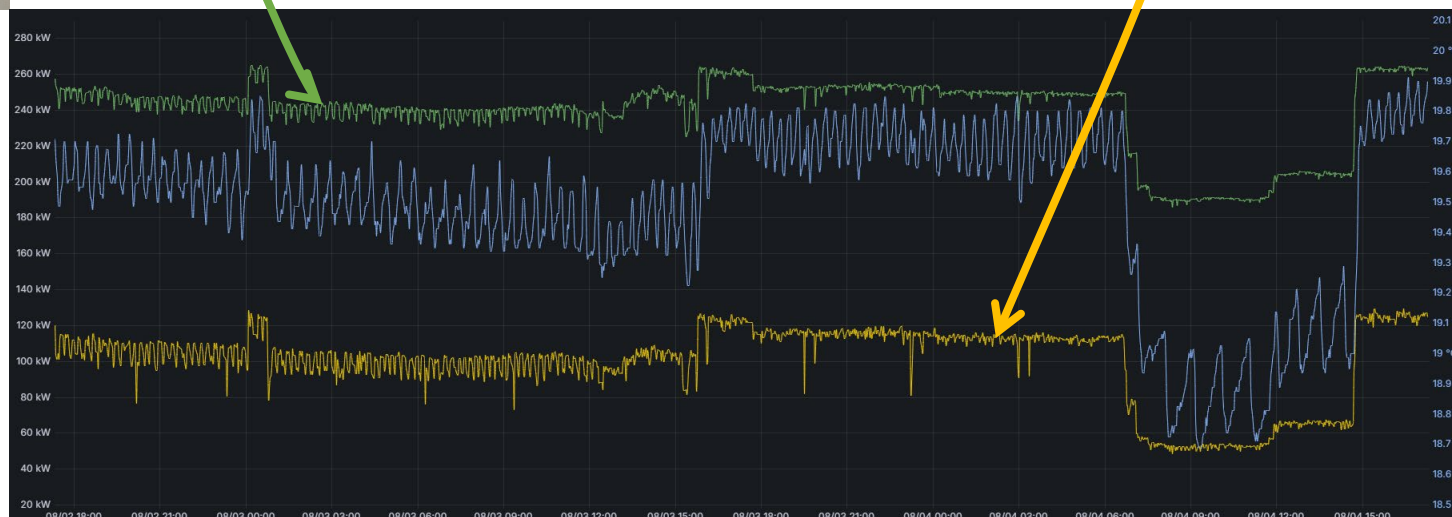
001 643	002 628	003 700	004 921	005 727	006 2.64 k	007 2.64 k	008 2.64 k	009 2.89 k	010 2.35 k	011 2.48 k	012 687	013 310 k	014 310 k
015 2.97 k	016 2.81 k	017 3.84 k	018 426	019 2.11 k	020 2.50 k	021 2.88 k	022 3.22 k	023 3.21 k	024 2.35 k	025 3.30 k	026 887	027 2.44 k	028 2.41 k
029 2.10 k	030 2.39 k	031 780	032 700	033 3.19 k	034 716	035 497	036 506	037 3.05 k	038 2.55 k	039 2.57 k	040 2.73 k	041 317 k	042 2.91 k
043 3.14 k	044 3.07 k	045 3.10 k	046 3.22 k	047 2.84 k	048 910	049 490	050 910	051 1.38 k	052 1.12 k	053 900	054 681	055 707	056 460
057 838	058 834	059 808	060 808	061 910	062 2.27 k	063 909	064 918	065 918	066 918	067 944	068 926	069 906	070 916
071 529	072 522	073 529	074 543	075 916	076 926	077 582	078 588	079 773	080 802	081 802	082 802	083 802	084 802

Энергообеспечение

Общее потребление ~0.7 МВт

Общее потребление узлов ~250 КВт

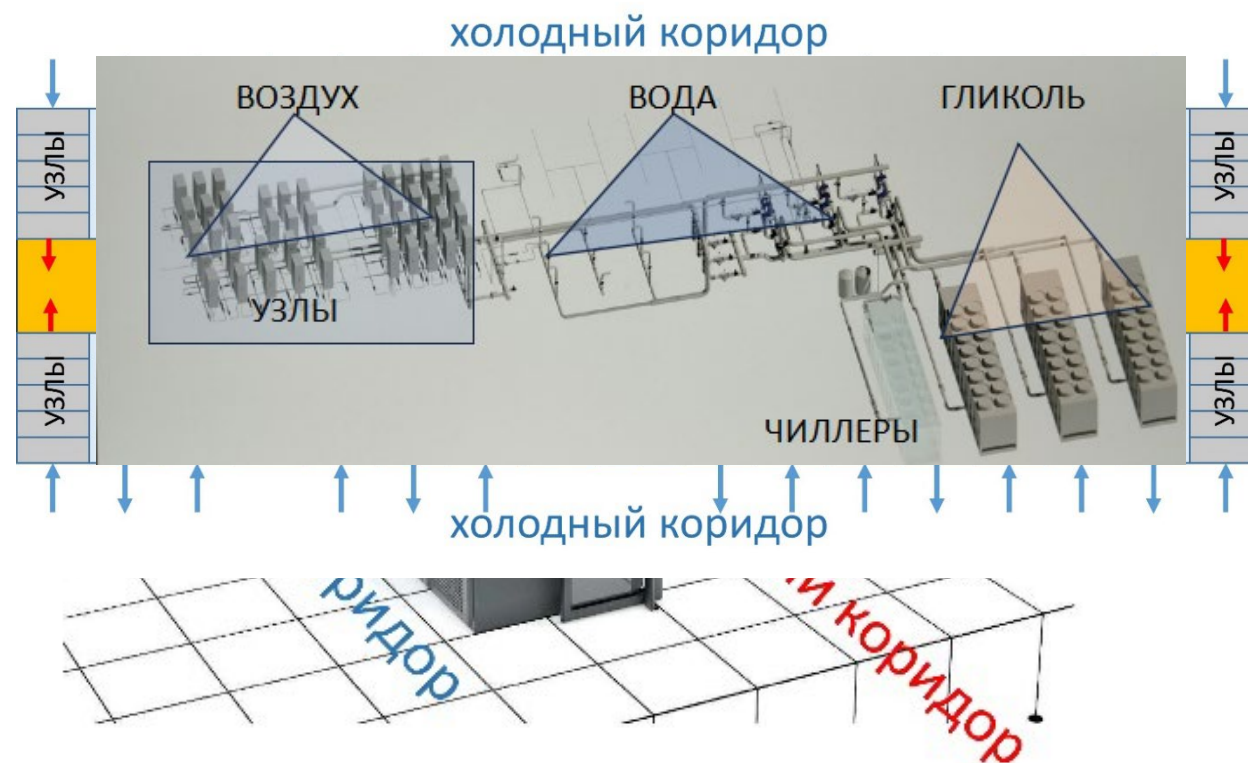
Общее по GPU от 90 до 130 КВт



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	SHH 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

Имя компьютера

usercn01

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?

SSH доступ (продолжение 1)



	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

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`

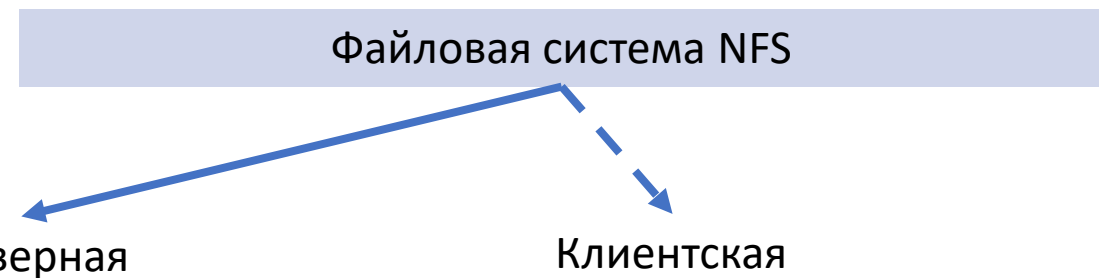
Набрать в нём (и после сохранить файл)

`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



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
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

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/systemd/system/munge.service;
```

```
enabled; preset: enabled)
```

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

```
MSK; 30s ago
```

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

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
```

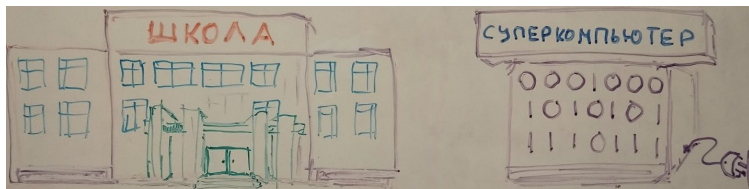
```
grant all on slurm_acct_db.* TO 'slurm'@'localhost'  
identified by 'user12' with grant option;
```

```
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

DebugLevel=4
PurgeResvAfter=2months

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

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

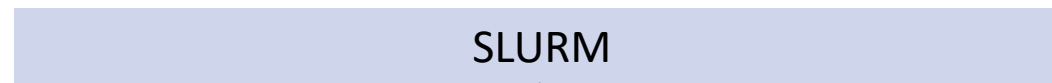
StorageType=accounting_storage/mysql
PurgeTXNAfter=12months

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

Создать пустые файлы

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

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 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	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

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

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

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

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

То есть база включена

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

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

Client — вычислительные узлы

Установить почтовую утилиту

```
apt install mailutils
```

Запустить slurmctld

```
systemctl start slurmctld
```

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 6)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

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 бы 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	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 9)

Master — главный узел

Client — вычислительные узлы

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
```

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 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	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 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=ст02 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?



	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

MPI

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
```