



Суперкомпьютерные дни в России-2023,
Москва, 25-26 сентября 2023

Using virtualization approaches to solve deep learning problems in voluntary distributed computing projects

Использование подходов виртуализации для решения задач глубокого обучения в проектах добровольных распределенных вычислений

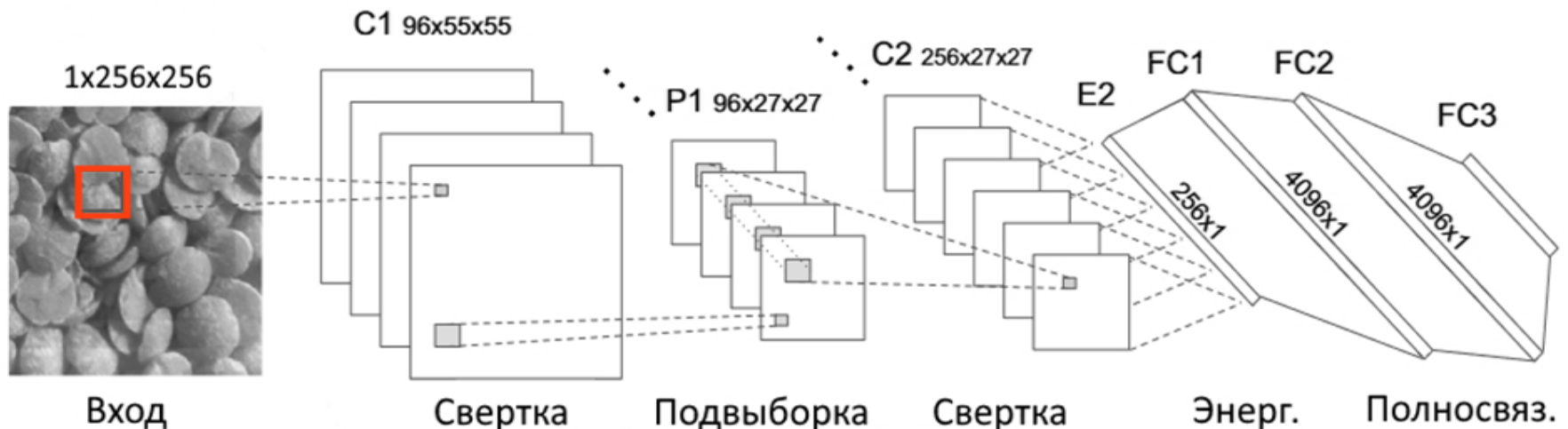
И.И. Курочкин^{1,2}, С.В. Папанов²

¹ИППИ РАН, Москва,

²НИТУ МИСИС, Москва.

Глубокие нейронные сети

- Тенденция к увеличению глубины нейронных сетей (от 8 слоёв у LeNet до 152 у ResNet)
- Огромное количество настраиваемых параметров (ResNet-152 – 60.2 млн., GPT3 – 175 млрд.)
- Оперирование большими массивами данных (ImageNet – 14.5 млн. изображений)



Эталонные датасеты

- Оперирование большими массивами данных (ImageNet – 14.5 млн. изображений)



UIUC Cars (2004)

S. Agarwal, A. Awan, D. Roth



CMU/VASC Faces (1998)

H. Rowley, S. Baluja, T. Kanade



FERET Faces (1998)

P. Phillips, H. Wechsler, J. Huang, P. Raus



COIL Objects (1996)

S. Nene, S. Nayar, H. Murase



MNIST digits (1998-10)

Y LeCun & C. Cortes



KTH human action (2004)

I. Leptev & B. Caputo



Sign Language (2008)

P. Buehler, M. Everingham, A. Zisserman

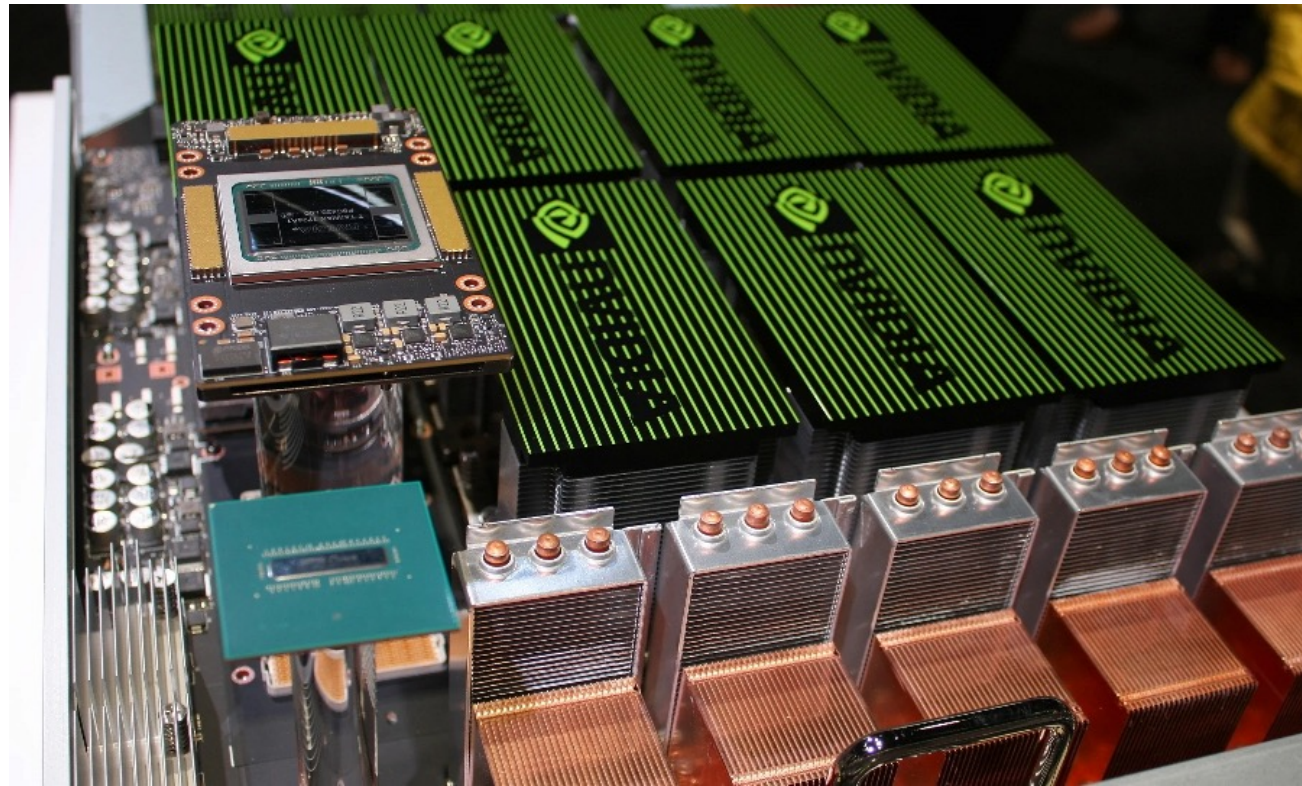


Segmentation (2001)

D. Martin, C. Fowlkes, D. Tal, J. Malik.

Узкие места обучения

- Время обучения нейронной сети
- Большие размеры датасетов
- Необходимость задействовать весь датасет при обучении
- **Необходимость распределения на несколько узлов**



Российские суперкомпьютеры в top500*

Место в top500	Суперкомпьютер	Организация
?	МГУ-270	МГУ
27	Червоненкис	Яндекс
46	Галушкин	Яндекс
52	Ляпунов	Яндекс
55	Christofari Neo	Сбер
96	Christofari	Сбер
329	Ломоносов-2	МГУ
391	GROM	МТС

* Рейтинг 500 самых мощных суперкомпьютеров на июнь 2023 года

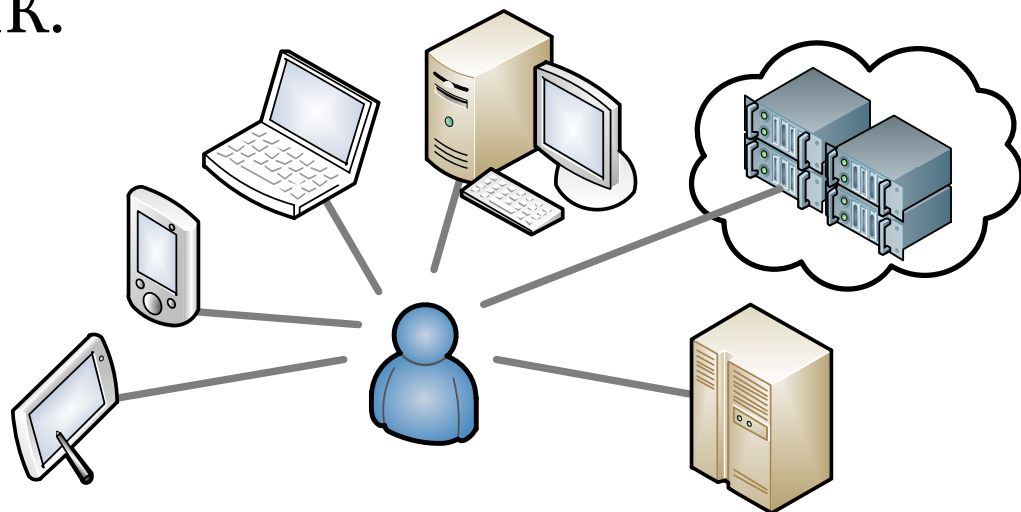


Платформа BOINC

BOINC – Berkeley Open Infrastructure for Network Computing

Платформа для организации добровольных распределенных вычислений:

- состоит из серверной и клиентской части;
- дает возможность задействовать вычислительные мощности персональных компьютеров(ПК);
- кроссплатформенная клиентская часть;
- гибкая настройка клиентской части для эффективного использования ресурсов ПК.



Виды распределенного обучения

Классификация 1:

- разделение по модели,
- разделение по данным.

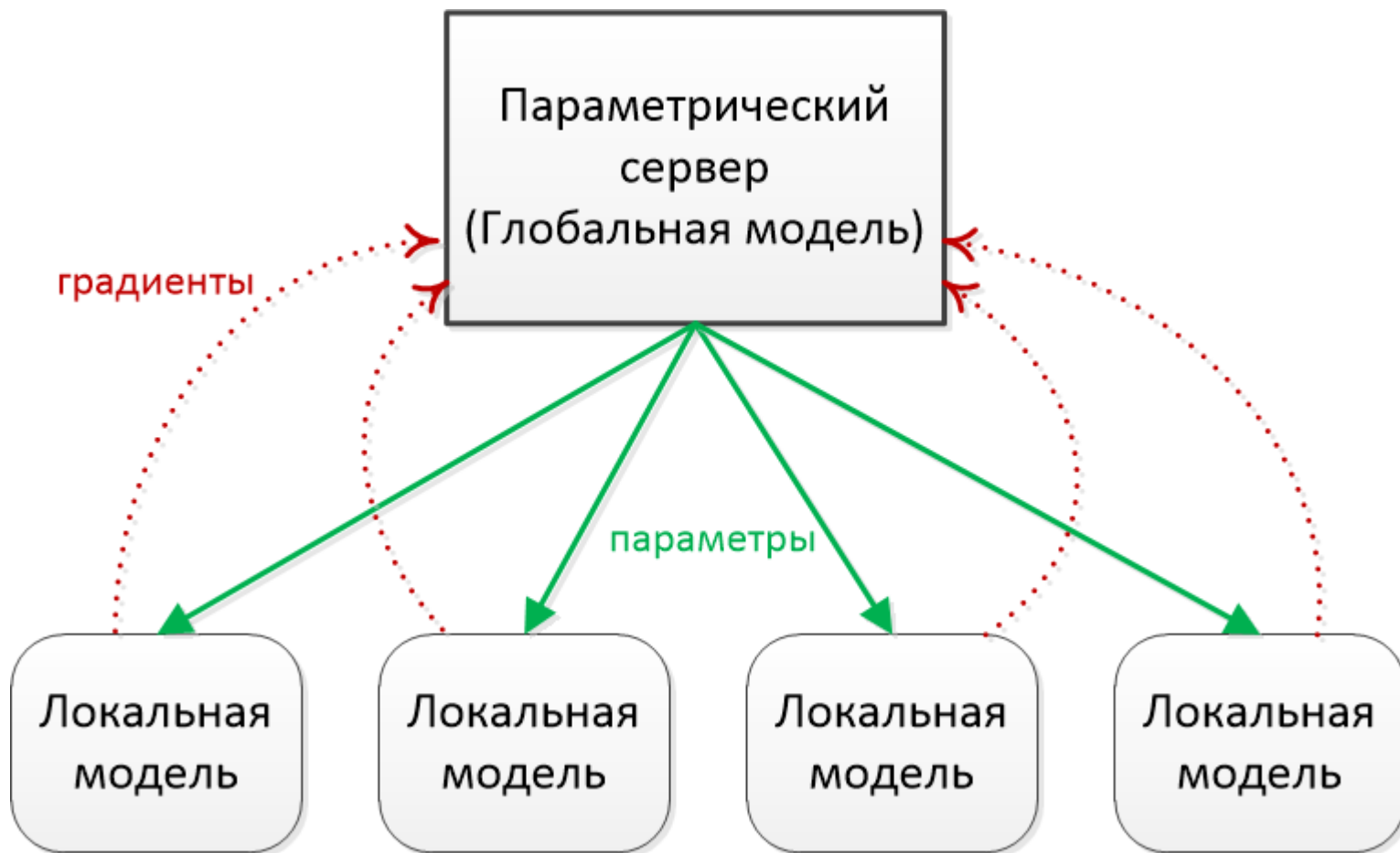
Классификация 2 (по наличию параметрического сервера):

- с параметрическим сервером,
- децентрализованное обучение.

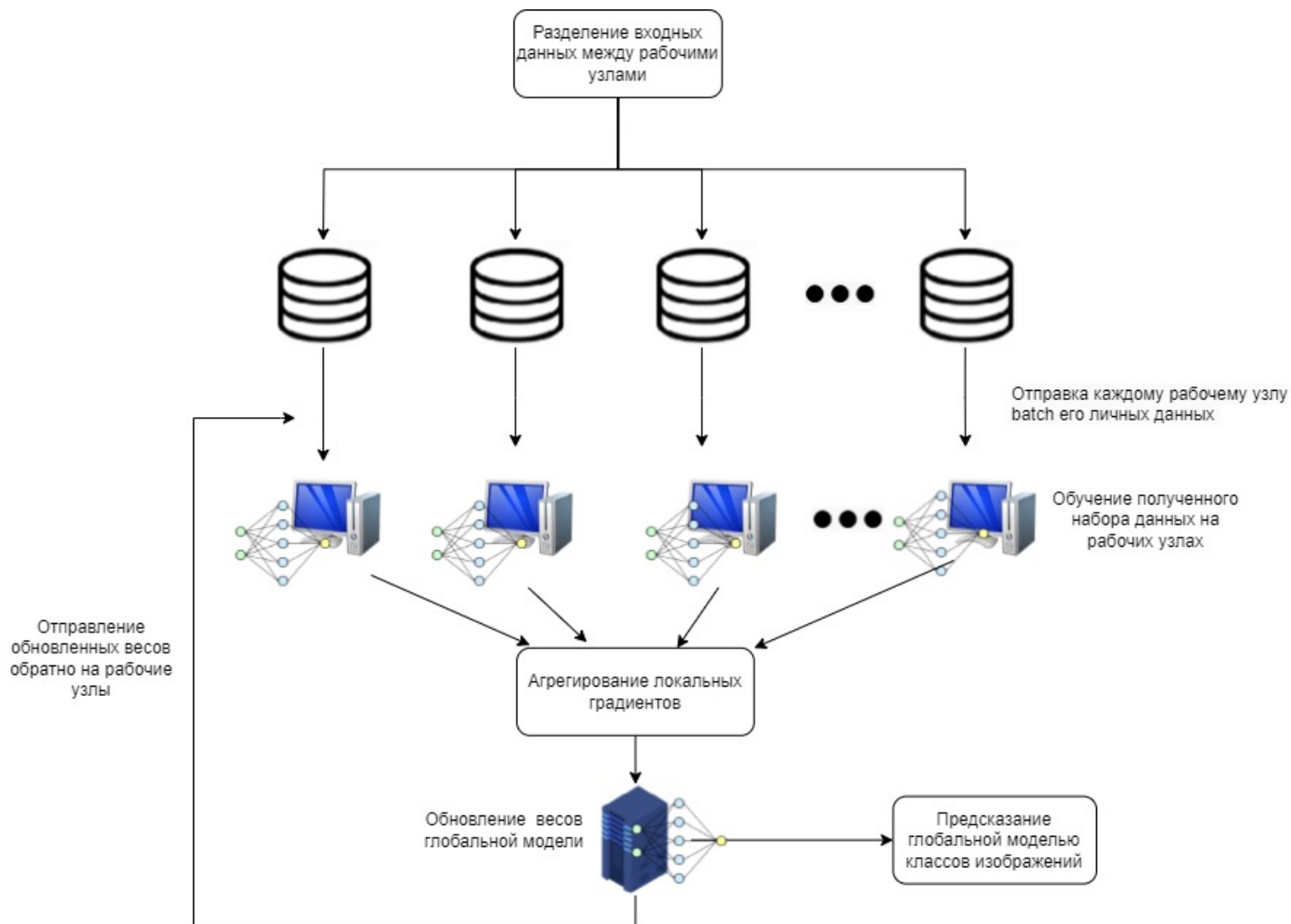
Классификация 3 (по ограничениям распространения данных):

- с общими данными,
- федеративное обучение
 - Горизонтальное федеративное обучение;
 - Вертикальное федеративное обучение;
 - Федеративное «трансферное» обучение.
- Смешанное использование данных

Распределенное обучение

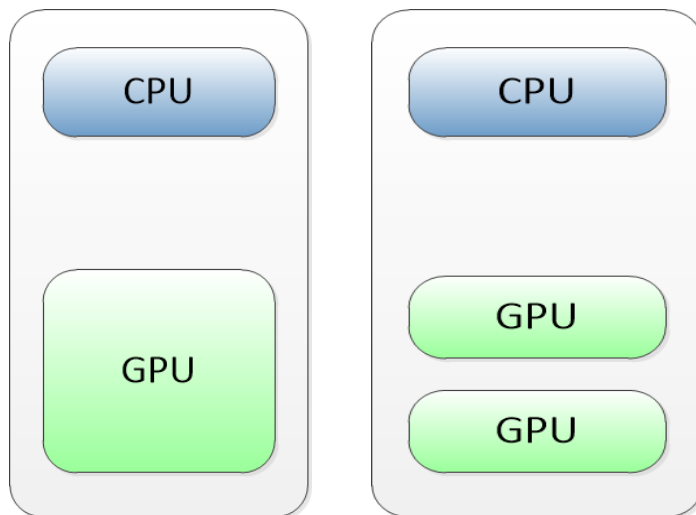


Итерация распределенного обучения

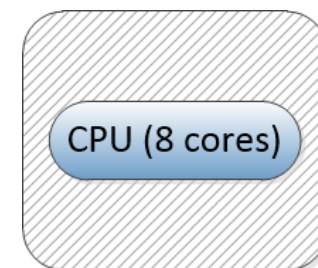


Варианты вычислительных узлов

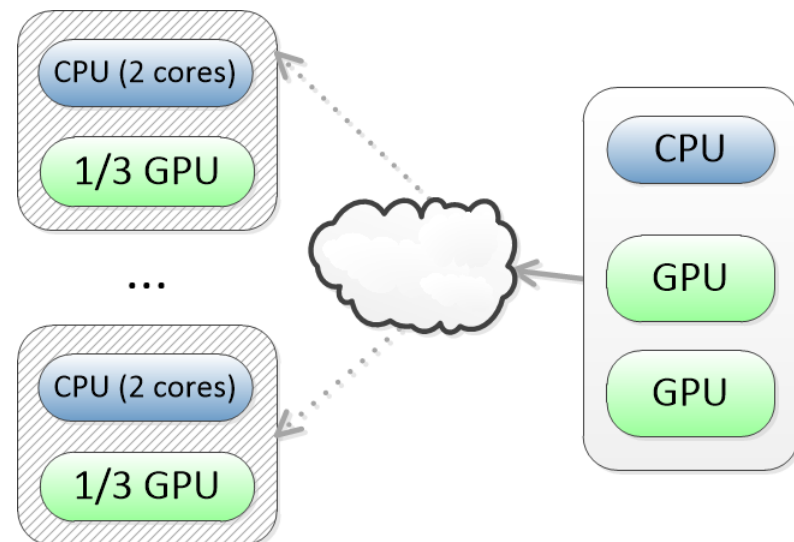
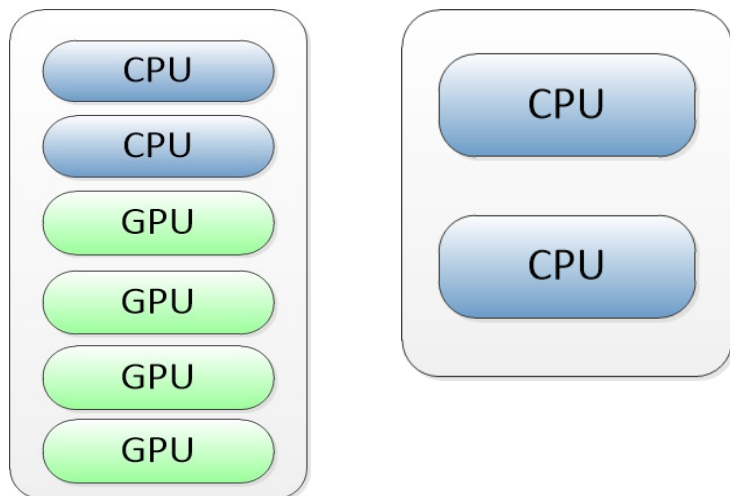
ПК



Виртуальные машины



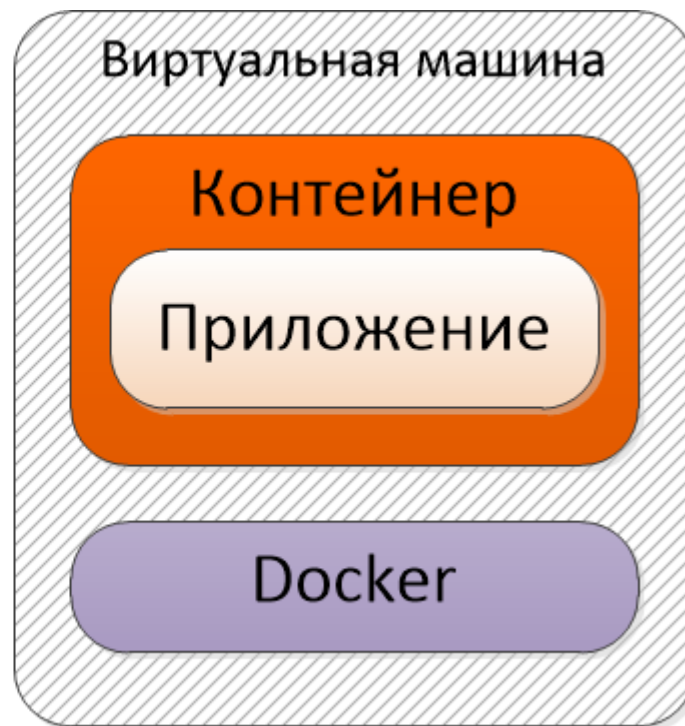
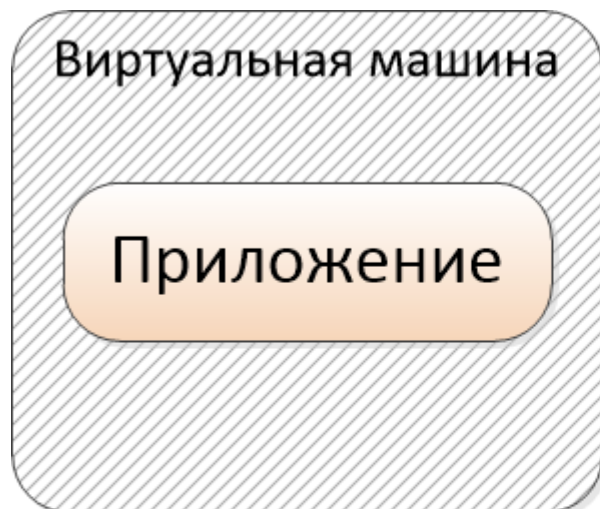
Сервера



Развертывание приложения на узле



Разные подходы к виртуализации



Вычислительное приложение

Задача: Классификация изображений

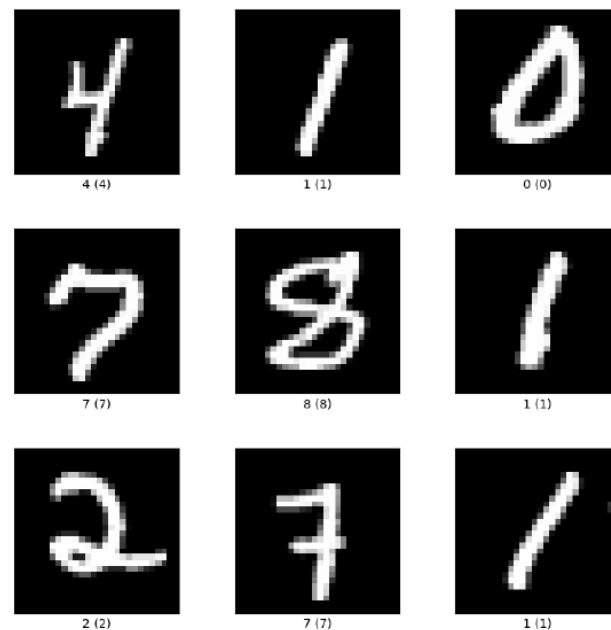
Датасет: MNIST

Тип сети: Сверточная глубокая
нейронная сеть

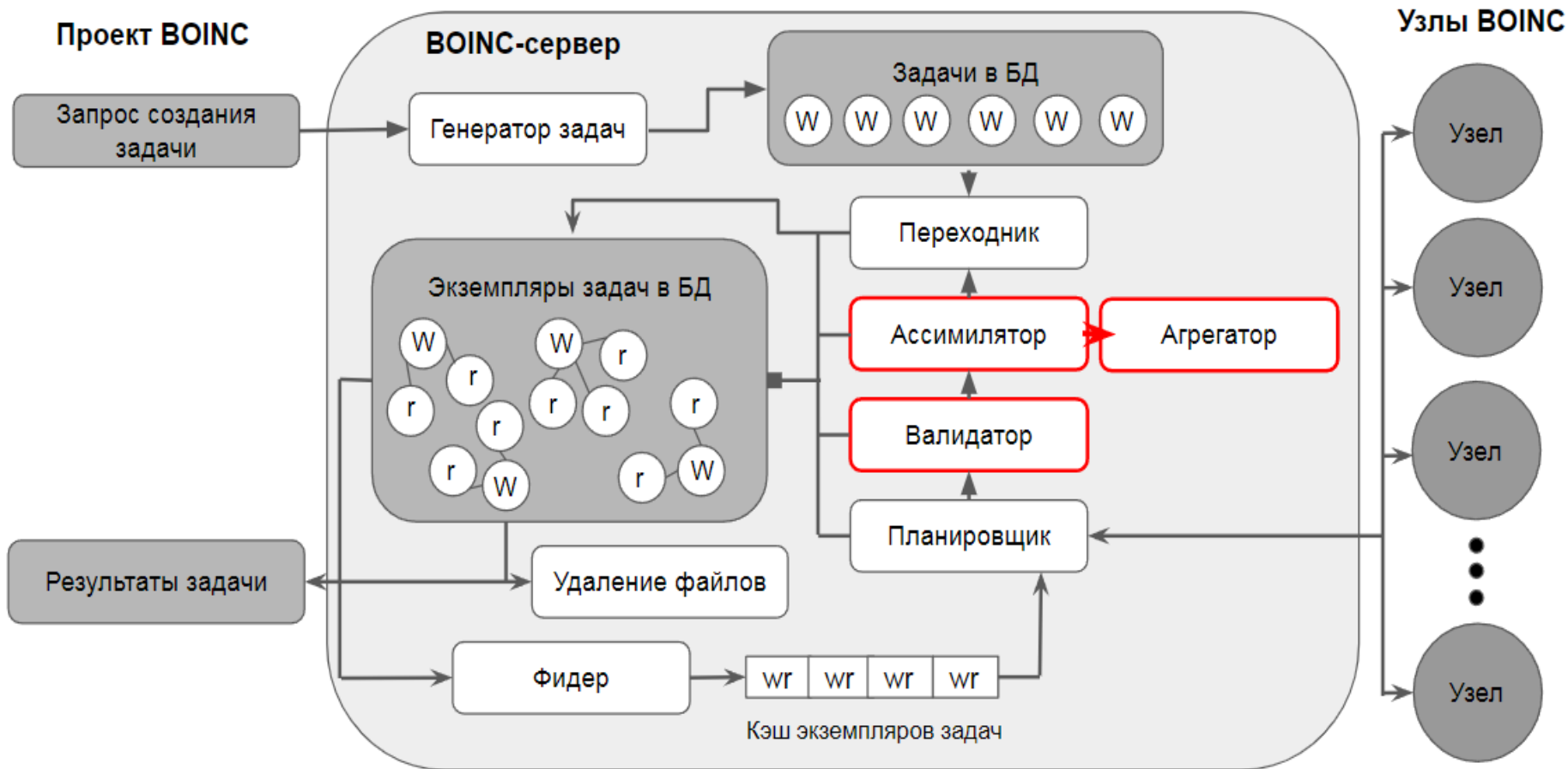
Общее количество весов: 258794

Количество слоев: 7

Метод оптимизации: Adam



Проект распределенных вычислений на платформе BOINC



Виртуальные машины

Сервер



≈ 10 ГБ

- набор параметров глобальной модели - 1 МБ
- набор параметров в агрегаторе - 1 МБ
- набор параметров в очереди на агрегирование - 1 МБ
- исполняемый файл VBoxWrapper - 1.5 МБ
- VDI-файл - 10 ГБ

Узел



≈ 10 ГБ

- входной набор параметров - 1 МБ
- выходной набор параметров - 1 МБ
- изображения из датасета
- исполняемый файл VBoxWrapper - 1.5 МБ
- VDI-файл - 10 ГБ

Контейнеры

Сервер



≈ 550 МБ

- набор параметров глобальной модели - 1 МБ
- набор параметров в агрегаторе - 1 МБ
- набор параметров в очереди на агрегирование - 1 МБ
- исполняемый файл VBoxWrapper - 1.5 МБ
- образ ISO для VirtualBox - 36 МБ
- образ Docker - 517 МБ

Узел

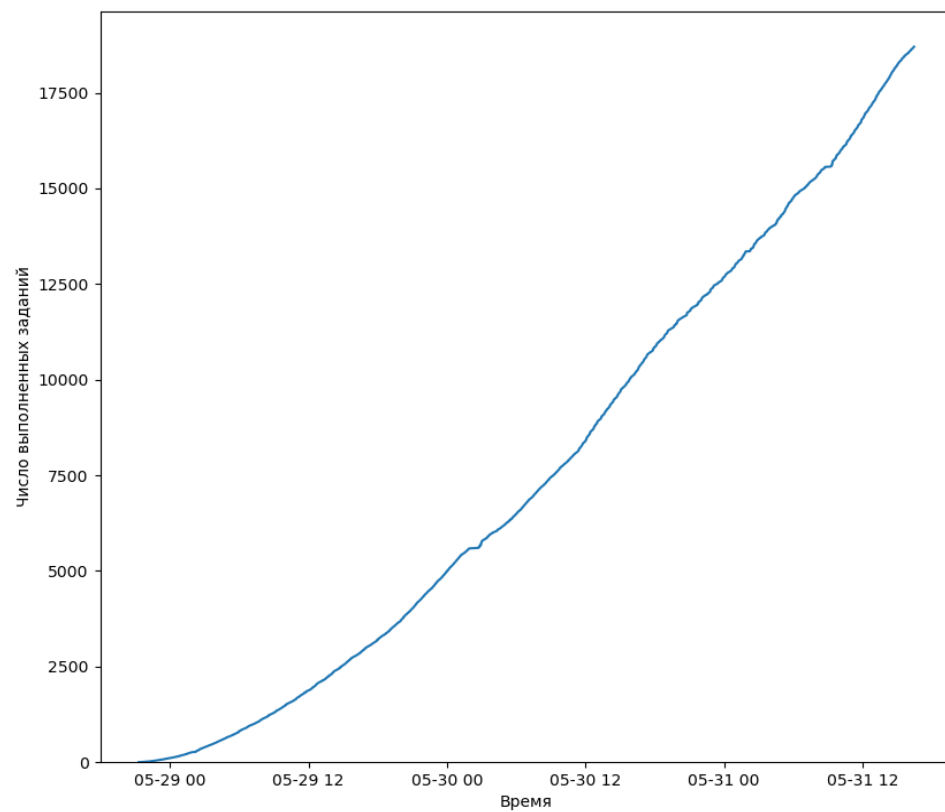
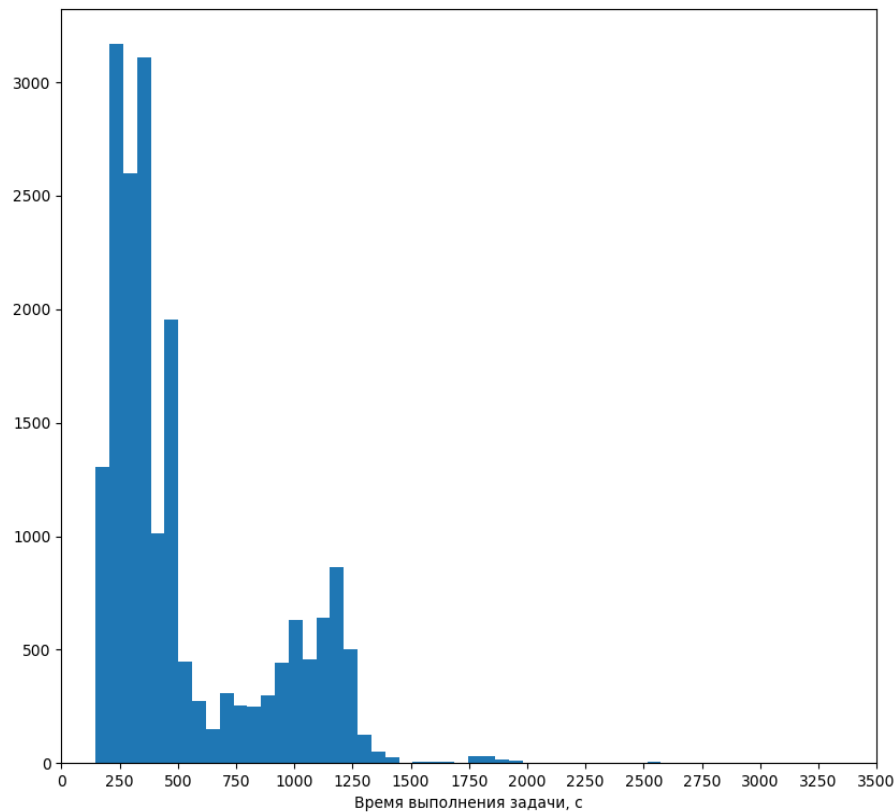


≈ 550 МБ

- входной набор параметров - 1 МБ
- выходной набор параметров - 1 МБ
- изображения из датасета
- исполняемый файл VBoxWrapper - 1.5 МБ
- образ ISO для VirtualBox - 36 МБ
- образ Docker - 517 МБ

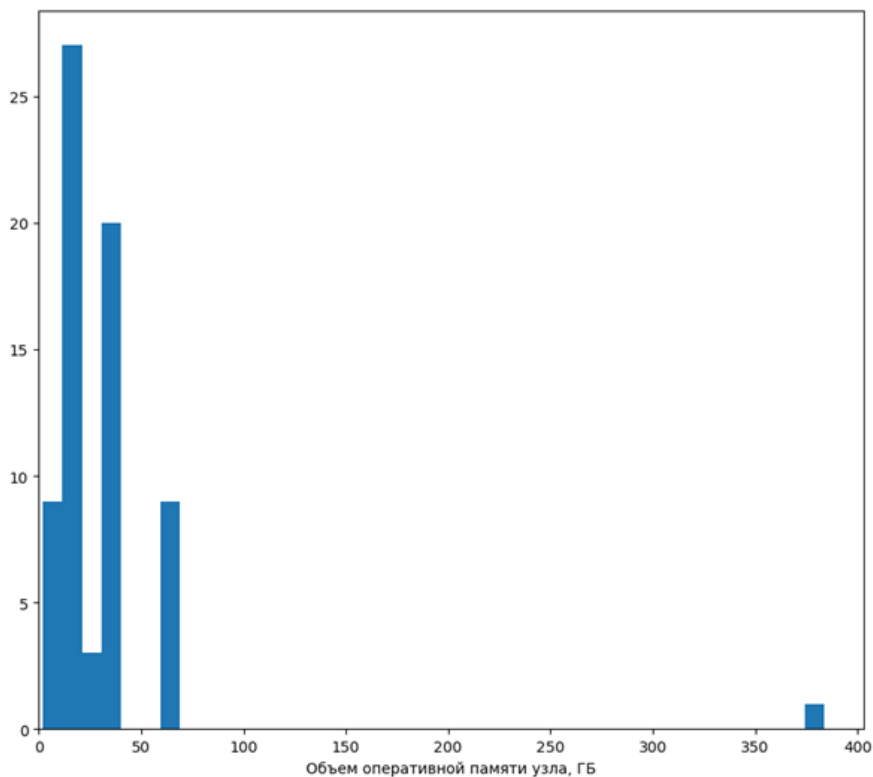
Вычислительный эксперимент (VM)

Параметр	Значение
Количество завершенных итераций	64
Количество успешных задач	19 000
Количество ошибочных задач	1 027
Процент успешных задач	94.87%

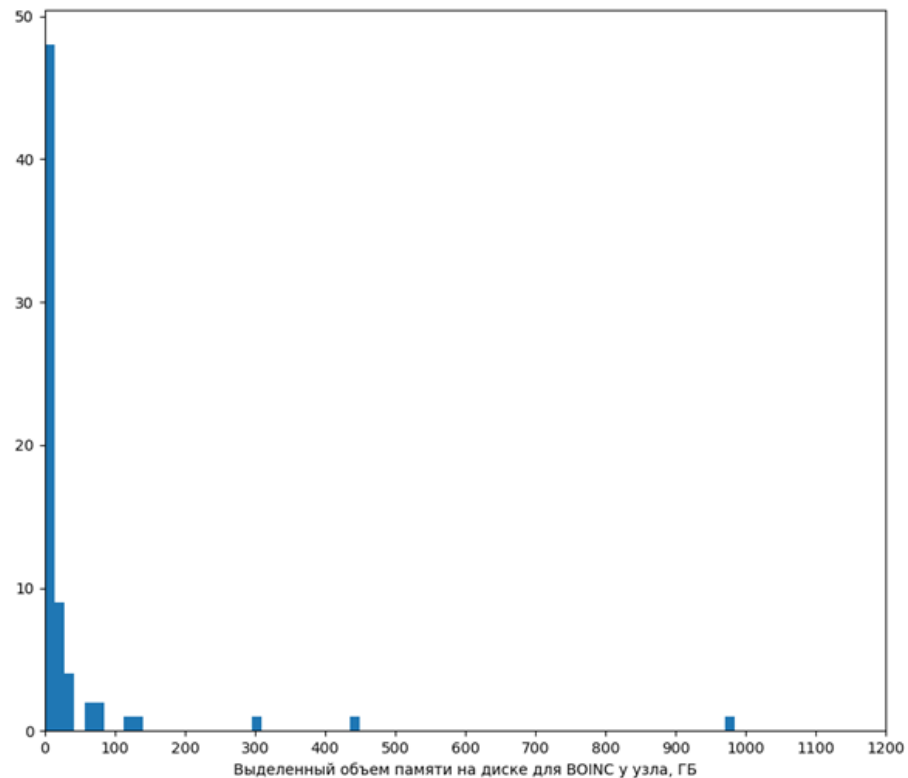


Статистика по узлам грид-системы

Общее количество активных узлов ~75



ОЗУ



HDD

Сравнение подходов виртуализации

Параметр	Подход	boinc2docker	VirtualBox
Вид виртуализации	Контейнеризация		Программная виртуализация
Использование оперативной памяти, ГБ		7	2
Размер данных для загрузки, ГБ		0.5	5
Среднее время разархивации после загрузки, с		-	305
Использование памяти на накопителе, ГБ		0.5	10
Среднее время запуска ВМ, с		62	135

Заключение

- ✓ На задаче классификации изображений на эталонном датасете MNIST была обучена сверточная глубокая нейронная сеть;
- ✓ Был использован подход к распределенному обучению, который предполагал разделение общего датасета между локальными моделями и синхронный метод обновления глобальной модели;
- ✓ На тестовом проекте добровольных распределенных вычислений на платформе BOINC были проведены вычислительные эксперименты по распределенному обучению;
- ✓ Проведен сравнительный анализ 2 подходов виртуализации;
- ✓ Были выбраны параметры BOINC-сервера, определены объемы локальных датасетов и параметры обучения локальных моделей.



Спасибо за внимание

Центр распределенных вычислений ИППИ РАН
web: distributed-computing.ru

e-mail: qurochkin@gmail.com, kurochkin@iitp.ru