

# **Лекция 1. Эволюция развития и современное состояние вычислительной техники**

**Основные вопросы:**

- 1. Краткий исторический обзор**
- 2. Поколения ЭВМ. Эволюция информационных технологий**
- 3. Развитие средств вычислительной техники на**

**современном этапе**

Материал лекции представлен в текстовом файле (**Тема 1\_История развития ИТ.pdf**), который необходимо изучить. Также необходимо просмотреть презентации из папки **Поколения ЭВМ**.

**После этого можно продолжить работу с данной презентацией, в которой представлен обзор самых мощных компьютеров в СНГ (список TOP 50) и в мире (список TOP 500)**

**Рейтинг самых мощных  
компьютеров в мире –  
список TOP500 и в СНГ –  
список TOP50**

(информация на август 2022 г.)

Продолжение лекции 1

В связи с тем, что общемировой рейтинг Top500 недостаточно точно отражал состояние отрасли высокопроизводительных вычислений в России и действительное положение вещей на российском рынке, в **декабре 2004 года** совместными усилиями российской компании «Т-Платформы», МСЦ Российской Академии наук и Научно-исследовательского вычислительного центра (НИВЦ) МГУ им. М. В. Ломоносова был создан рейтинг Топ-50 самых мощных суперкомпьютеров России и СНГ. Так же, как и в случае с TOP500, в основу рейтинга Топ-50 лёг тест Linpack, отражающий скорость решения системы линейных уравнений.

Поскольку непременным условием участия в рейтинге является наличие открытой информации о системе, некоторые российские суперкомпьютеры в него попадали. Так, в 2011 году первую позицию в Топ-50 занял суперкомпьютер «Ломоносов», созданный компанией «Т-Платформы» в 2009 году, пиковая производительность которого после модернизации достигла 510 Тфлопс, в то время как в рейтинг не был включён суперкомпьютер, установленный в Саровском ядерном центре (РФЯЦ ВНИИЭФ), производительность которого, по сообщению представителя госкорпорации «Росатом», составила 780 Тфлопс. При этом в «Росатоме» заявили, что не планируют подавать свою систему ни в Топ-50, ни в Топ-500.

<http://top50.supercomputers.ru/list>

## Текущий рейтинг

**36-я редакция от 29.03.2022 г.**

- **НИВЦ МГУ** имени М.В.Ломоносова и **МСЦ РАН** объявили о выпуске 36-ой редакции списка Top50 самых мощных компьютеров СНГ



- Как и предполагалось программой международной научной конференции "Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ) 2022", новая редакция списка опубликована 29 марта.
- 36 редакция списка Top50 продемонстрировала **существенный рост производительности** суперкомпьютеров России. Суммарная производительность систем на тесте Linpack за полгода увеличилась с **22.9** квадриллионов ( $\times 10^{15}$ ) операций с плавающей точкой в секунду (PFlop/s) до **85.1** PFlop/s.
- Суммарная пиковая производительность систем списка составила **120.2 PFlop/s (35.2 PFlop/s** в предыдущей редакции списка).
- Всего за полгода в списке появилось **семь новых** суперкомпьютеров (в том числе занявшие первые четыре места) и произошло обновление ещё одной системы.

- Лидером списка стал новый суперкомпьютер "**Червоненкис**" производства компаний Яндекс и NVIDIA, установленный в Яндексе, производительность которого на тесте Linpack составляет 21.5 PFlop/s, а пиковая производительность - 29.4 PFlop/s. **22 место в списке TOP500**
- На втором месте списка новый суперкомпьютер "**Галушкин**" производства компаний Яндекс и NVIDIA, установленный в Яндексе, производительность которого на тесте Linpack составляет 16 PFlop/s, а пиковая производительность - 20.6 PFlop/s.
- На третьем месте списка новый суперкомпьютер "**Ляпунов**" производства компаний NVIDIA и Inspur, установленный в Яндексе, производительность которого на тесте Linpack составляет 12.8 PFlop/s, а пиковая производительность - 20 PFlop/s.
- На четвёртом месте списка новый суперкомпьютер "**Кристофари Нео**" производства компаний NVIDIA и Sbercloud, установленный в СберБанке, производительность которого на тесте Linpack составляет 12 PFlop/s, а пиковая производительность - 14.9 PFlop/s.
- На пятое место списка опустился суперкомпьютер "**Кристофари**" производства компаний SberCloud (ООО «Облачные технологии») и NVIDIA, установленный в СберБанке, производительность которого на тесте Linpack составляет 6.7 PFlop/s, а пиковая производительность - 8.8 PFlop/s.
- На шестое место списка опустился суперкомпьютер "**Ломоносов-2**" производства компании "Т-Платформы", установленный в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, производительность которого на тесте Linpack составляет 2.5

№	Название Место установки	Узлов Проц. Ускор.	Архитектура: кол-во узлов: конфигурация узла сеть: вычислительная / сервисная / транспортная	Rmax Rpeak (Тфлор/с)	Ресурсы
1 new	«Червоненкис» Яндекс, Москва	199 398 1592	199: CPU:2x AMD EPYC 7702 , 1024 GB RAM Acc: 8x NVIDIA A100  HDR InfiniBand / нд / 100 Gigabit Ethernet	21530.0 29415.17	Яндекс NVIDIA IT Сер
2 new	«Галушкин» Яндекс, Москва	136 272 1088	136: CPU:2x AMD EPYC 7702 , 1024 GB RAM Acc: 8x NVIDIA A100  HDR InfiniBand / нд / 100 Gigabit Ethernet	16020.0 20636.1	Яндекс NVIDIA IT Сер
3 new	«Ляпунов» Яндекс, Москва	137 274 1096	137: CPU:2x AMD EPYC 7662, 512 GB RAM Acc: 8x NVIDIA A100  HDR InfiniBand / нд / 100 Gigabit Ethernet	12810.0 20029.19	NVIDIA Inspru IT Сер
4 new	«Кристофари Нео» SberCloud (ООО «Облачные технологии»), СберБанк, Москва	99 198 792	99: CPU:2x AMD EPYC 7742, 2048 GB RAM Acc: 8x NVIDIA A100  HDR InfiniBand / 10 Gigabit Ethernet / 200 Gigabit Ethernet	11950.0 14908.6	NVIDIA SberC «Обл технс Облач прова
5 ▽	«Кристофари» SberCloud (ООО «Облачные технологии»), СберБанк, Москва	75 150 1200	75:NVIDIA DGX-2 CPU:2x Intel Xeon Platinum 8168 24C 2.7GHz, 1536 GB RAM Acc: 16x NVIDIA Tesla V100  EDR Infiniband / 100 Gigabit Ethernet / 10 Gigabit Ethernet	6669.0 8789.76	SberC «Обл технс NVIDIA Облач прова
6 ▽	«Ломоносов-2» Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва	1696 1696 1856	1536: CPU:1x Intel Xeon E5-2697v3, 64 GB RAM Acc: 1x NVIDIA Tesla K40M 160: CPU:1x Intel Xeon Gold 6126, 96 GB RAM Acc: 2x NVIDIA Tesla P100	2478.0 4946.79	Т-Плэ Наука образ

## Суперкомпьютеры России представленные в Top500 от июня 2022 года

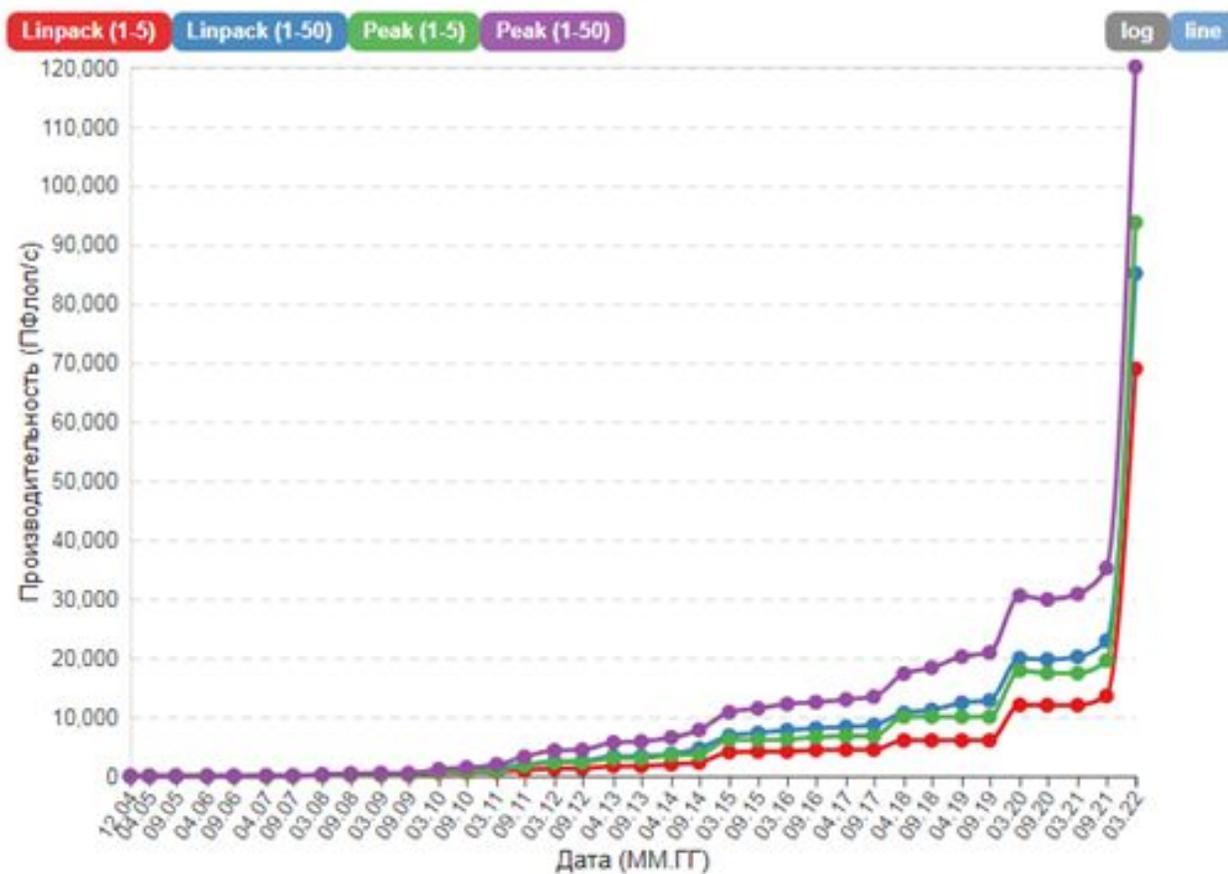
Место	Rmax / Rpeak (PFLOPS)	Принадлежность	Название	Год создания
22	21.530 / 29.415	Яндекс	Червоненкис *	2021
40	16.020 / 20.636	Яндекс	Галушкин *	2021
43	12.810 / 20.029	Яндекс	Ляпунов *	2020
46	11.950 / 14.909	Сбербанк	Кристофари Нео	2021
80	6.669 / 8.790	Сбербанк	Кристофари **	2019
262	2.478 / 4.947	МГУ	Ломоносов-2	2018
318	2.258 / 3.012	МТС	МТС GROM	2021

\* Червоненкис, Галушкин, Ляпунов - фамилии выдающихся советских и российских ученых.

\*\* Кристофари - владелец первой Сберегательной книжки в истории России.

Статистика: производительность систем ▾

### Суммарная производительность (ПФлоп/с) 5 и 50 лучших систем в редакциях Top50



Организаторы рейтинга:



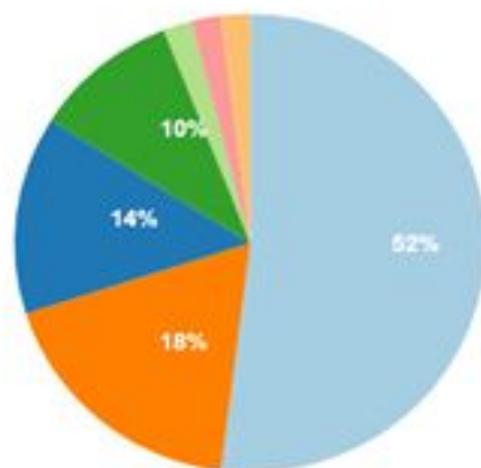
ПФлоп/с	Процент от общей производительности	Подсветка	Скачать	
Релиз	Linpack (1-5)	Linpack (1-50)	Peak (1-5)	Peak (1-50)

Статистика: область применения

### Область применения

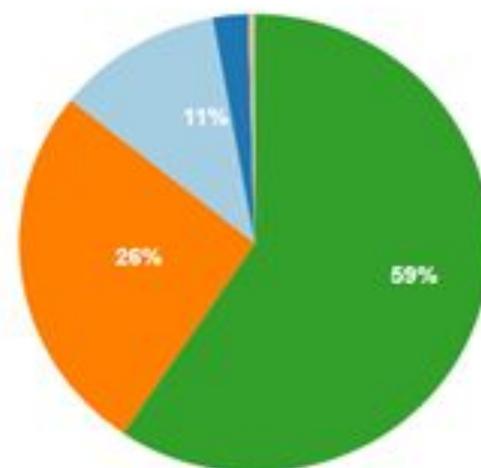


Организаторы рейтинга:



Доля систем

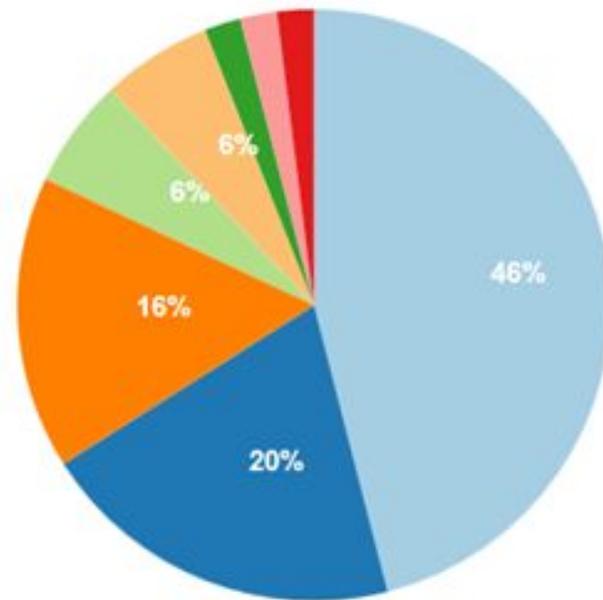
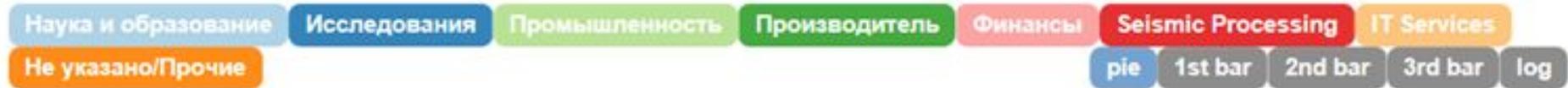
36-я редакция (3.2022)



Производительность, ПФлоп/с

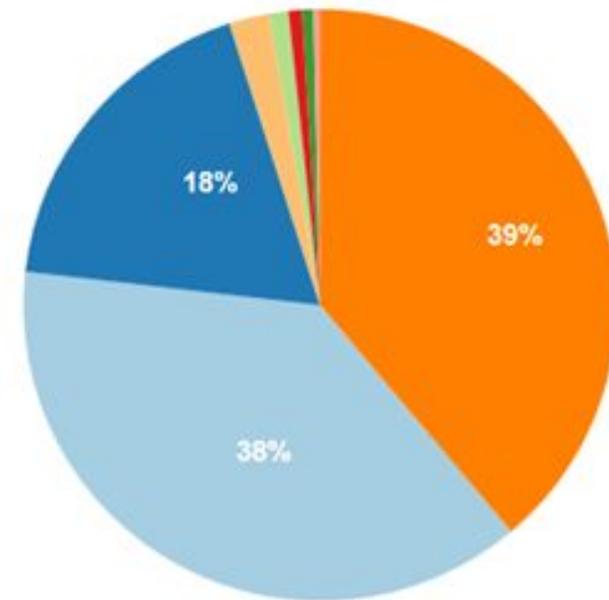
36-я редакция (3.2022)

## Область применения



Доля систем

32-я редакция (3.2020)



Производительность, ПФлоп/с

32-я редакция (3.2020)

Москва

Нижний Новгород

Санкт-Петербург

Дубна

Минск

Екатеринбург

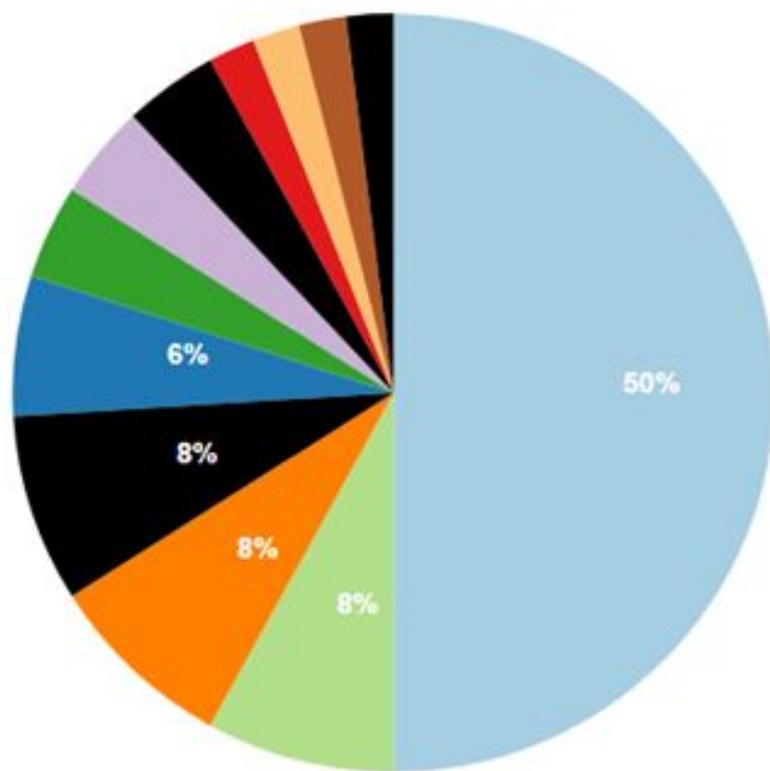
Иркутск

Новосибирск

Челябинск

Королев

Ростов



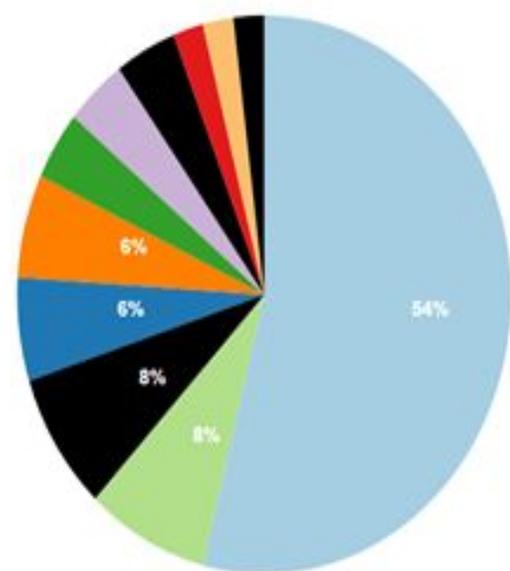
Доля систем

34-я редакция (3.2021)

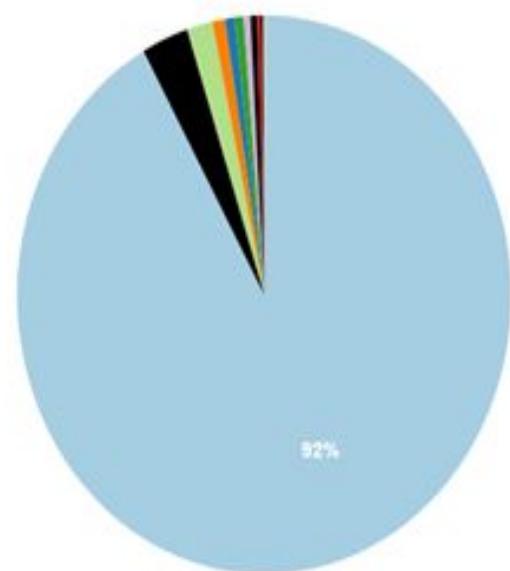
# Город

- Москва
- Нижегород
- Санкт-Петербург
- Дубна
- Минск
- Екатеринбург
- Иркутск
- Новосибирск
- Челябинск
- Королев
- Иваново-Вознесенск
- Долгопрудный

- pie
- 1st bar
- 2nd bar
- 3rd bar
- log



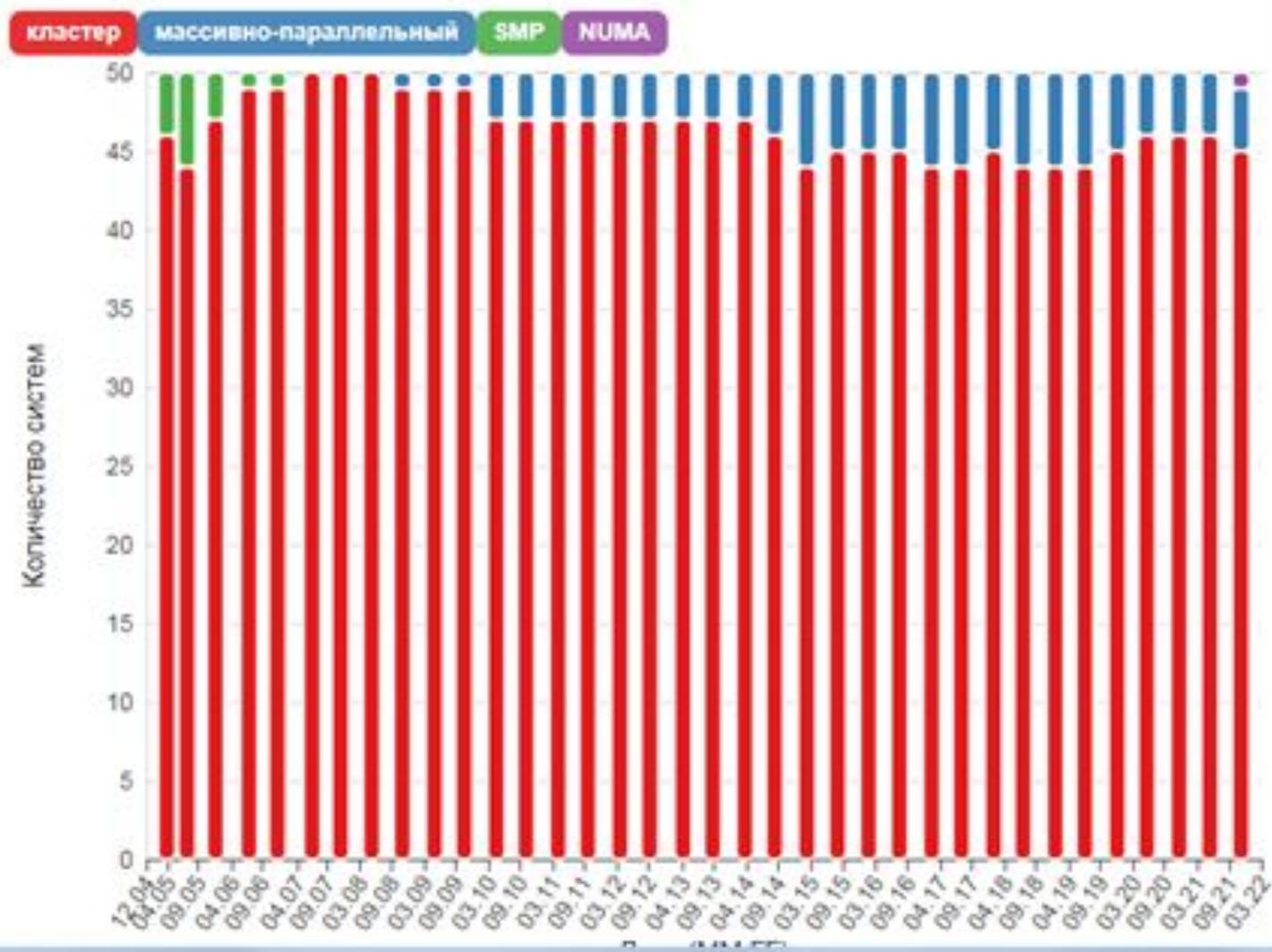
Доля систем



Производительность, ПФлоп/с

Статистика: типы систем

## Типы систем



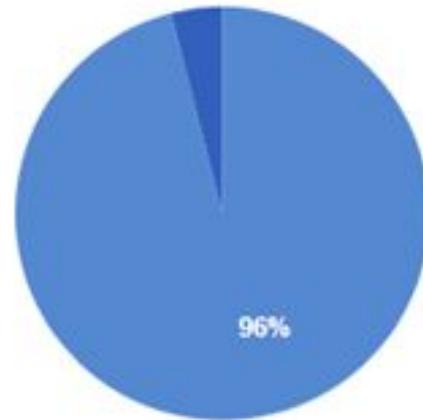
Организаторы  
рейтинга:



## Производители процессоров

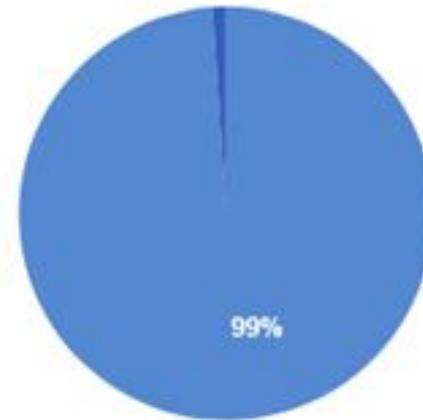
Intel IBM AMD HP Sun

pie 1st bar 2nd bar 3rd bar log



Доля систем

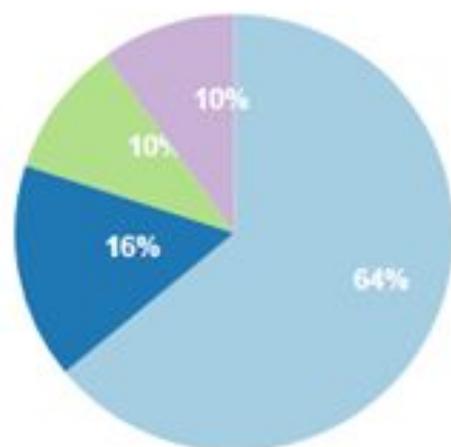
34-я редакция (3.2021)



Производительность, ПФлоп/с

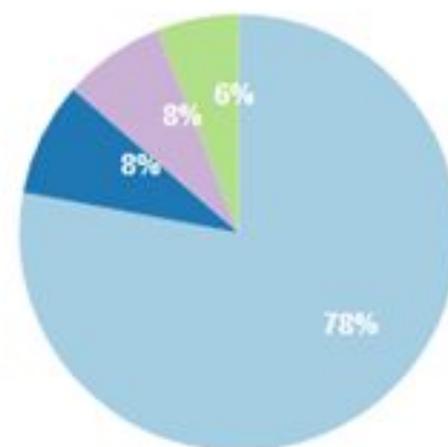
34-я редакция (3.2021)

## Семейства коммуникационных сетей



Доля систем

34-я редакция (3.2021)



Производительность, ПФлоп/с

34-я редакция (3.2021)

## Итоги:

Для попадания в текущую редакцию списка Top50 потребовалась производительность на тесте Linpack 77.5 TFlop/s (70.1 TFlop/s в предыдущей редакции).

42 из 50 систем данной редакции в качестве основных процессоров имеют **процессоры Intel**. Число гибридных суперкомпьютеров, использующих для вычислений ускорители, выросло за полгода с 27 до 32.

Число суперкомпьютеров, использующих коммуникационную сеть InfiniBand, увеличилось с 33 до 34, а число суперкомпьютеров, использующих для взаимодействия узлов лишь коммуникационную сеть Gigabit Ethernet, осталось равным 7. Количество систем в списке на основе технологии Intel Omni-Path осталось равным 5.

Количество систем, используемых в науке и образовании, уменьшилось с 27 до 26; количество систем, ориентированных на конкретные прикладные исследования, осталось равным 7.

По количеству систем, входящих в список, лидирует компания Hewlett-Packard Enterprise - 12 систем (13 в прошлой редакции), далее группа компаний РСК - 11 (12), далее компания "Т-Платформы" - 8 (10).

Следующая, 37-ая редакция списка Top50 самых мощных компьютеров России будет объявлена 26 сентября 2022 года на международном конгрессе "[Суперкомпьютерные дни в России](#)".

Суперкомпьютер Национального центра управления обороной России, имеющий производительность на уровне 16 петафлопс и по утверждению компетентных лиц являющийся **самым мощным военным суперкомпьютером в мире**, не участвует в рейтинге Top500.

Тем не менее по факту на ноябрь 2021 года является третьим по производительности суперкомпьютером в России.

# **Top500**

# **Список 500 самых мощных**

# **компьютеров мира. 59-я**

# **редакция**

июнь 2022 года

<https://top500.org/>

Проект TOP500 был начат в 1993 году, чтобы обеспечить надежную основу для отслеживания и обнаружения тенденций в высокопроизводительных вычислениях. Два раза в год собирается и выпускается список площадок, на которых работают 500 самых мощных компьютерных систем. Наилучшая производительность в тесте Linpack используется в качестве показателя производительности для ранжирования компьютерных систем. Список содержит различную информацию, включая спецификации системы и ее основные области применения.

Каждый год первый список TOP500 публикуется во время конференции ISC High Performance.

В 2022 году конференция прошла лично и виртуально (**29 мая – 2 июня 2022 года**), а конференция ISC в США пройдет в этом году в Далласе, штат Техас (**13-18 ноября 2022 года**).

Rank	System	Cores	Rmax (PFlop/s)	Rpeak (PFlop/s)	Power (kW)
1	<a href="#">Frontier — HPE Cray EX235a, AMD Optimized EPC 64C 3-го поколения 2 ГГц, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory США</a>	8,730,112	1102,00	1685,652	21 000

Rank	System	Cores	Rmax (TFlops/s)	Rpeak (TFlops/s)	Power (kW)
2	<a href="#"><u>Суперкомпьютер Fugaku - Суперкомпьютер Fugaku, A64FX 48C 2,2 ГГц, межсоединение Tofu D, Центр вычислительных наук Fujitsu Япония</u></a>	7 630 848	442,01	537,21	29 899
3	<a href="#"><u>LUMI — HPE Cray EX235a, AMD Optimized EPYC 64C 3-го поколения, 2 ГГц, AMD Instinct MI250X, Slingshot-11, HPE EuroHPC/CSC, Финляндия</u></a>	1 110 144	151,90	214,35	2942
4	<a href="#"><u>Саммит (Summit) — IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3,07 ГГц, NVIDIA Volta GV100, двухканальный Mellanox EDR Infiniband, IBM DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory США</u></a>	2 414 592	148,60	200,791	15,371
5	<a href="#"><u>Sierra — IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3,1 ГГц, NVIDIA Volta GV100, двухканальный Mellanox EDR Infiniband, IBM / NVIDIA / Mellanox DOE/NNSA/LLNL США</u></a>	1 572 480	94, 64	125,717	2,528

# **10 самых мощных компьютеров:**

США – 5 (4)

Китай – 2 (2)

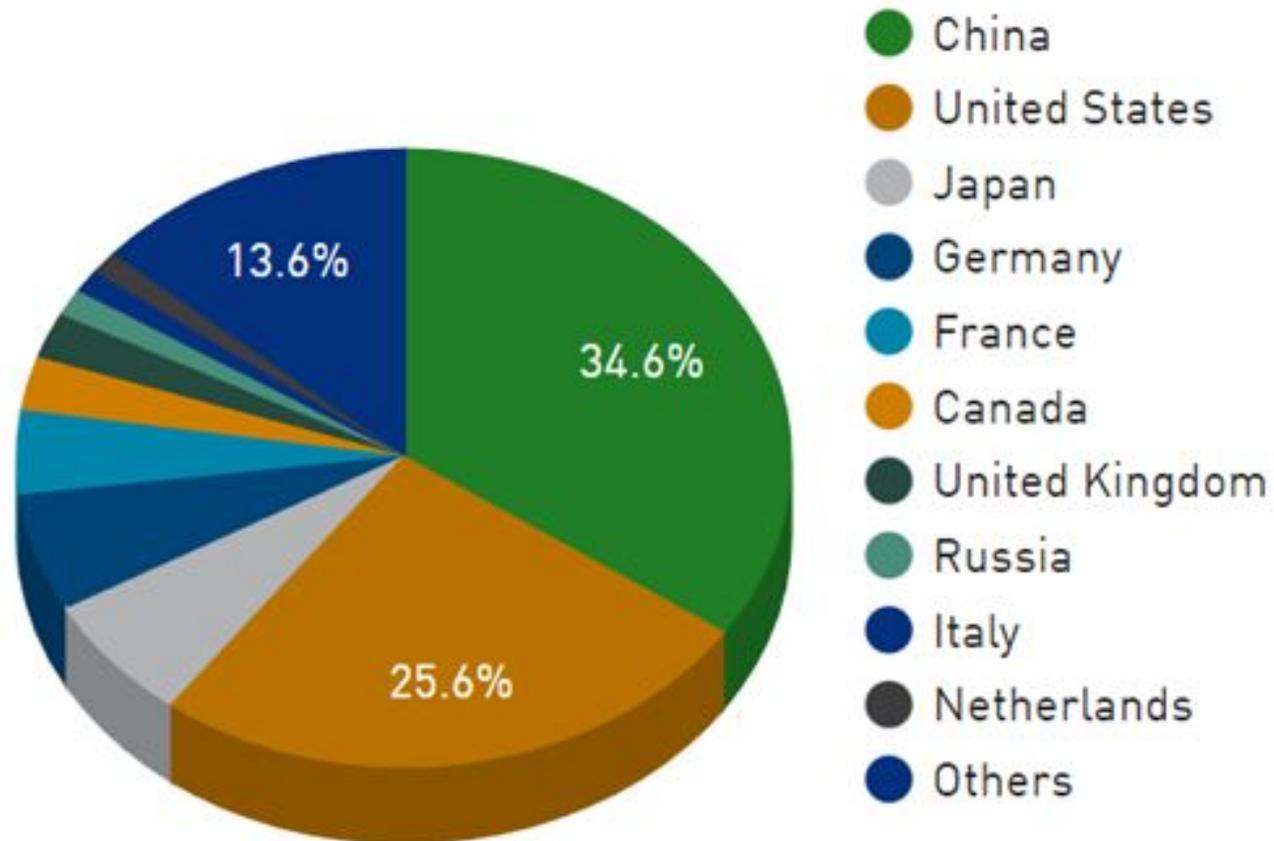
Швейцария -1

Япония – 1 (1)

Италия – 1 (2)

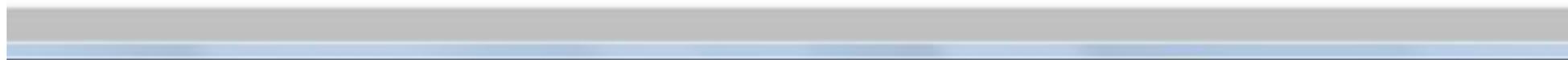
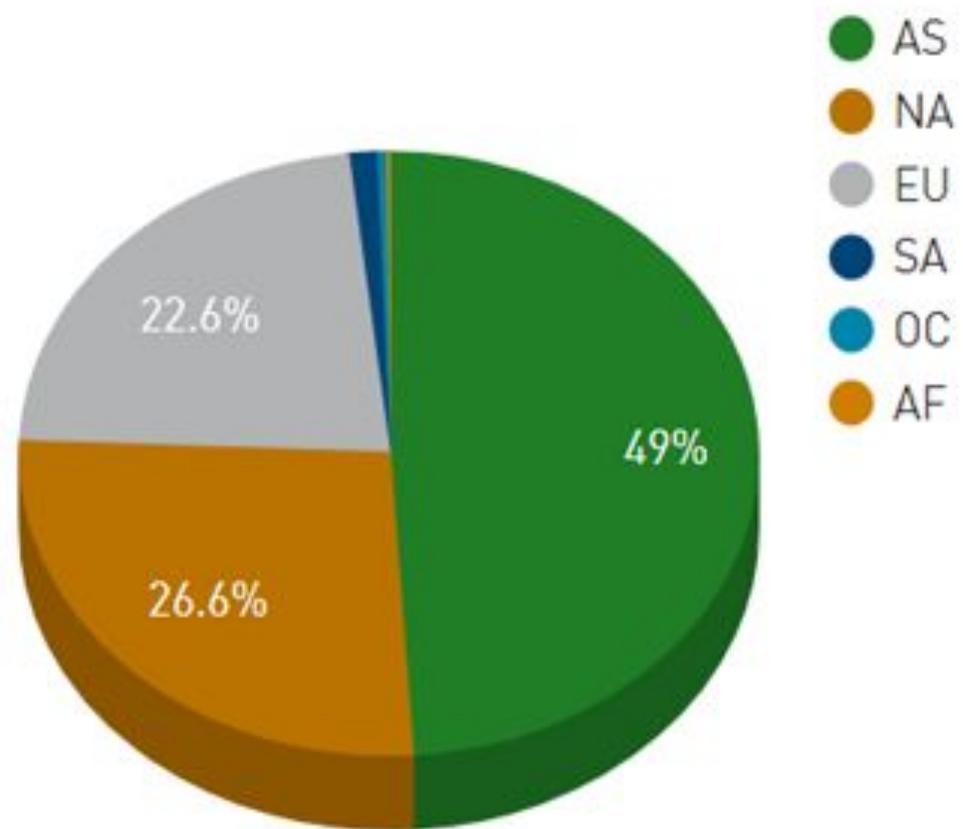
**Россия – 22, 40, 43, 46, 80, 262 и 318 позиции:**

## Countries System Share



Countries	Count	System Share (%)	Rmax (GFlops)	Rpeak (GFlops)	Cores
China	173	34.6	530,240,332	1,158,770,698	29,413,676
United States	128	25.6	2,085,045,140	3,150,397,946	27,715,304
Japan	33	6.6	626,505,930	817,352,794	11,984,068
Germany	31	6.2	200,537,160	306,053,664	3,896,660
France	22	4.4	168,660,070	242,483,550	3,874,520
Canada	14	2.8	47,804,800	80,390,249	1,076,384
United Kingdom	12	2.4	57,018,004	78,628,972	1,779,888
Russia	7	1.4	73,715,000	101,737,460	741,328
Italy	6	1.2	78,529,000	114,511,528	1,447,536
Netherlands	6	1.2	27,627,110	44,565,960	398,928

## Continents System Share



**Continents Count System Share (%) Rmax (GFlops) Rpeak (GFlops) Cores**

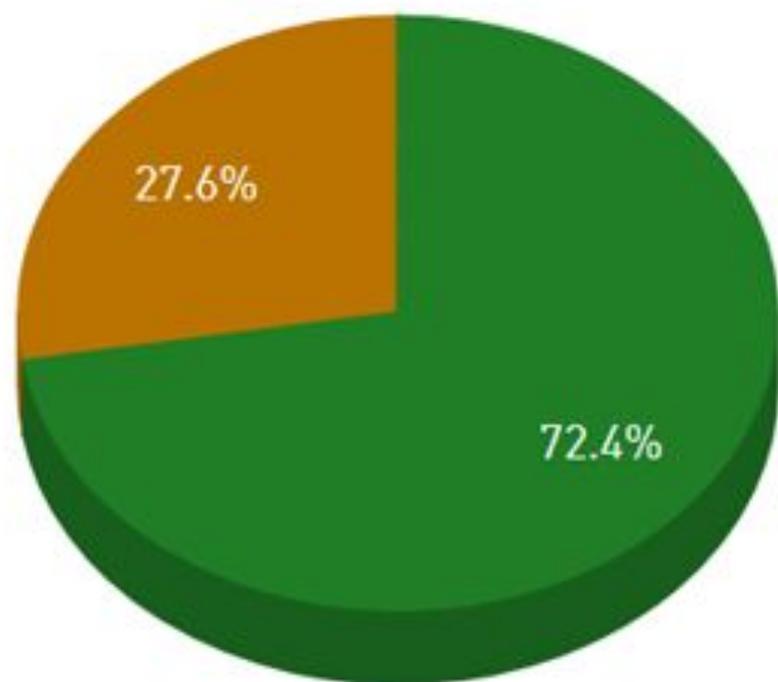
Asia	<b>245/272</b>	49/54,4	704,084,236	1,398,851,520	36,306,992
Americas	<b>133/126</b>	26.6/25,2	632,500,077	901,123,552	17,839,200
Europe	113/96	<b>22.6/19,2</b>	302,570,000	430,707,601	8,790,394
Safrica	<b>6/4</b>	0,8 1.2	10,991,000	19,270,566	214,040
Oceania	<b>2/2</b>	0,4 0.4	10,913,420	17,261,875	261,632

Architecture	Count	System Share (%)/ Performance Share %	Rmax (GFlops)	Rpeak (GFlops)	Cores
<b>Cluster</b>	494/474	98.8/ 92.2 / 70%	1,573,259,651	2,659,104,384	47,886,814
<b>MPP</b>	42/26	8.4/ 7,8 / 30%	674,169,834	887,591,736	24,222,436

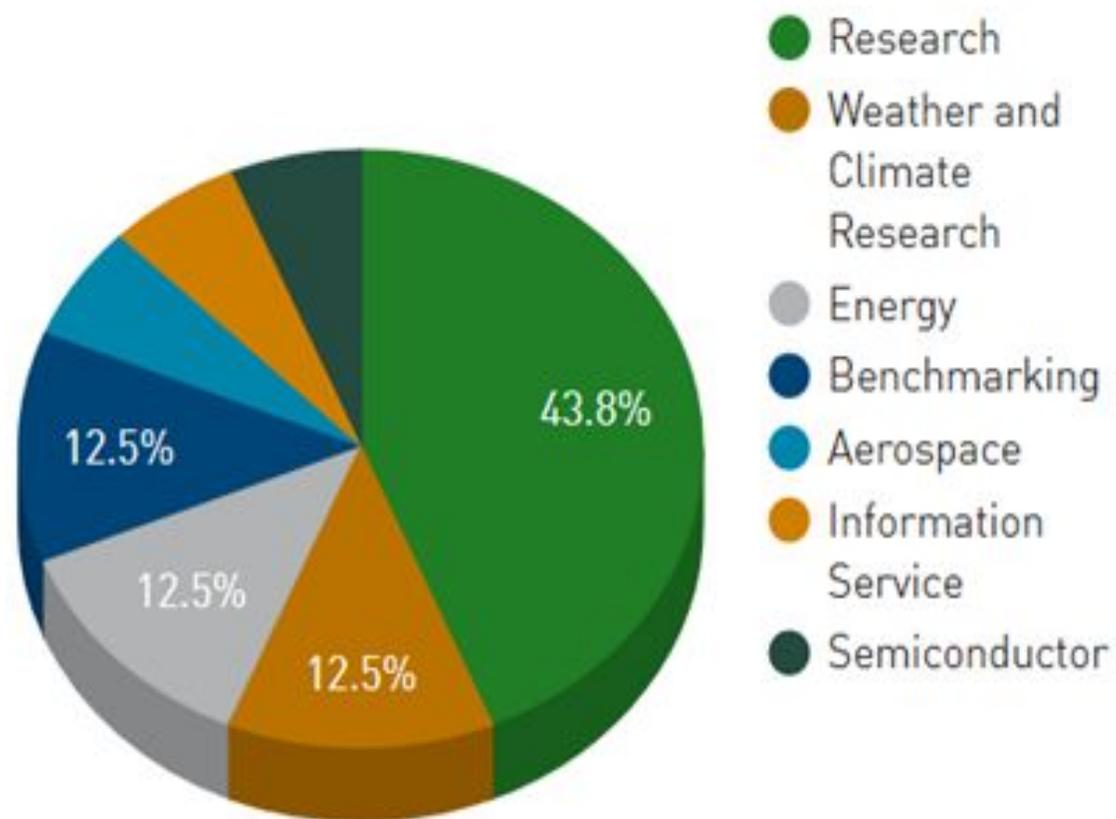
---

## Architecture Performance Share

- Cluster
- MPP



## Application Area System Share



Segments	Count	System Share (%)	Rmax (GFlops)	Rpeak (GFlops)	Cores
Industry	265	53	653,489,480	1,273,994,193	22,678,240
Research	102	20,4	1,439,701,294	2,003,031,778	38,941,534
Academic	73	14.6	360,762,318	593,481,488	6,364,028
Government	34	6.8	87,409,798	143,756,169	2,319,228
Others	10	2	19,113,270	41,394,035	492,772
Vendor	5	1	10,541,030	13,970,601	356

# ***Top50 and Top500 (июнь 2022)***

- Сравним достижения России и СНГ с мировыми тенденциями, которые отражаются в списке TOP500:

**На июнь 2010 г.** Россия имела **11** суперкомпьютеров в списке TOP500 и **занимала 7 место** по числу установленных систем суперкомпьютерного класса, то

**на июнь 2018 г.** всего только **4 системы** вошли в список, а в **июне 2021 г.** – увы всего **3 системы!**

**На июнь 2022 г.** – **7** суперкомпьютеров в списке, **8 место** среди стран

Первые 10 позиций занимают Китай (2 установки), США (5 установок), Япония (1 установки) и Финляндия – (1 установка), Франция - 1.

Россия улучшила позицию в Top500.

Россия поднялась с десятой на восьмую строчку в топ-500 мощнейших суперкомпьютеров мира.

В рейтинг, как и в 2021 г., попали семь российских суперкомпьютеров «Яндекса», Сбербанк, МТС и МГУ.

Продвинуться вперед удалось за счет ослабления позиций Южной Кореи и Голландии.

В новый рейтинг, опубликованный 30 мая 2022 г., вошли семь отечественных машин.

С ноября 2021 г. Россия не заявляла о запуске новых суперкомпьютеров.

<https://top500.org/resources/top-systems/>

здесь приведены фото всех суперкомпьютеров,  
занимавших 1-ое место в списке TOP 500 за  
последние 20 лет



Проект TOP500 был начат в 1993 году, чтобы обеспечить надежную основу для отслеживания и обнаружения тенденций в высокопроизводительных вычислениях. Два раза в год собирается и выпускается список площадок, на которых работают 500 самых мощных компьютерных систем. Наилучшая производительность в тесте Linpack используется в качестве показателя производительности для ранжирования компьютерных систем. Список содержит различную информацию, включая спецификации системы и ее основные области применения.

Каждый год первый список TOP500 публикуется во время конференции ISC High Performance.

В 2022 году конференция прошла лично и виртуально (**29 мая – 2 июня 2022 года**), а конференция ISC в США пройдет в этом году в Далласе, штат Техас (**13-18 ноября 2022 года**).

С момента рассвета эпохи суперкомпьютеров, прогресс измеряется в условиях постоянно возрастающих темпов скорости и чистой вычислительной мощности. Со временем этот прогресс привёл и к увеличению стоимости. Как правило, чем больше вычислительная мощность, тем больше нужно энергии, которая в свою очередь тратится на поддержание работы самих вычислительных систем и дорогостоящих систем охлаждения.

В последние годы, растёт внимание к вопросу **воздействия на окружающую среду “тяжелых потребителей энергии”,** таких как **Центры Обработки Данных и суперкомпьютеры.** Это привело к появлению нового метода оценки производительности суперкомпьютеров — это время, с точки зрения эффективности вычислительной машины, **выраженное в терминах количества операций, осуществляемых за 1 ватт электроэнергии.**

Официальное признание за достижения в данной области было учреждено **в 2007 году,** с публикацией первого рейтинга «Green 500». (Проект **TOP500 был начат в 1993 году**) Рейтинг был составлен группой специалистов в отрасли суперкомпьютеров и в него были включены 500 самых энергоэффективных суперкомпьютеров мира. Рейтинг присуждается с помощью определенной методологии измерений, записей и отчетности по мощности, используемой ЦРС

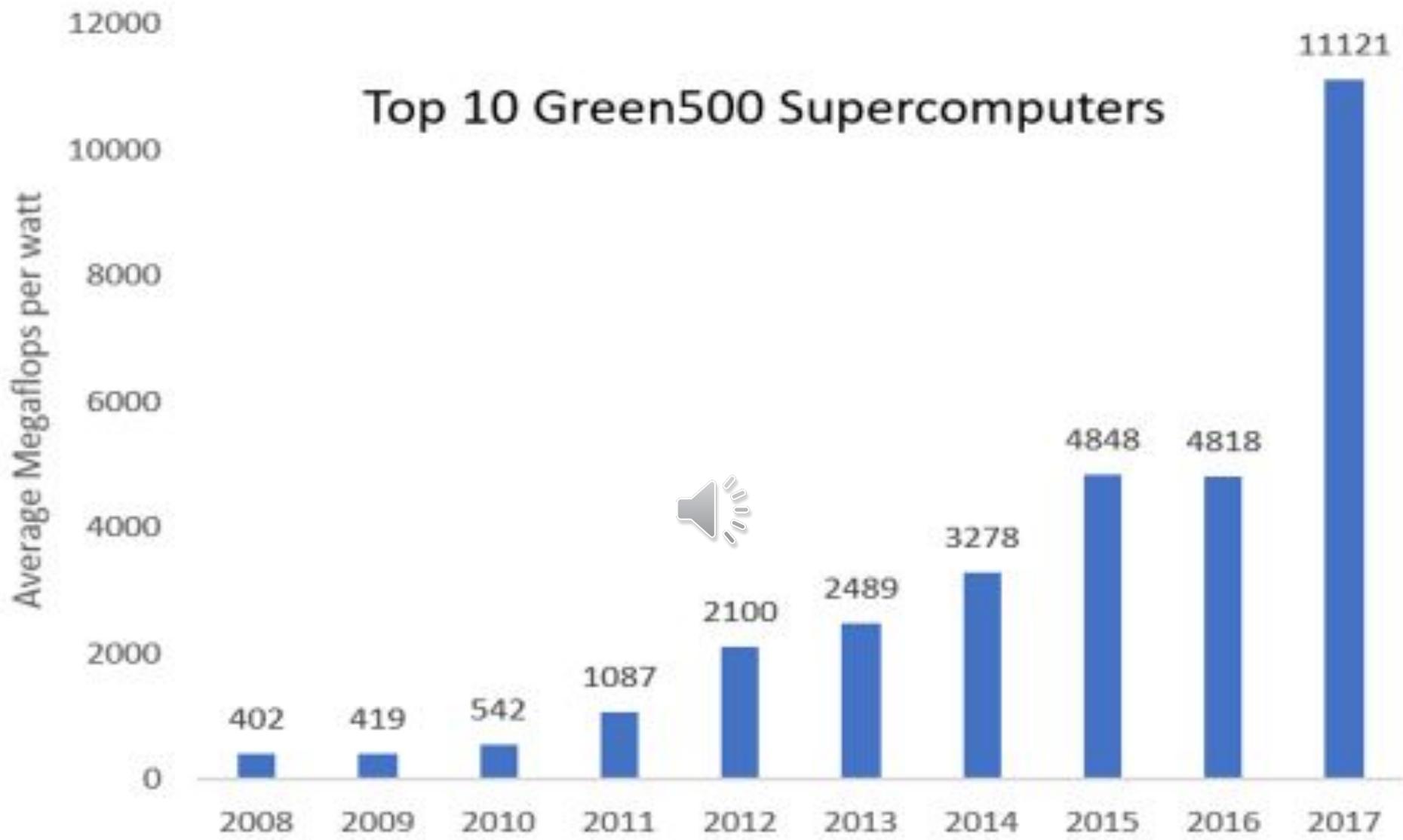
# **Список TOP GREEN500:** Список самых энергоэффективных систем по показателю гигафлопс / ватт (19-ый список от 1 июня 2022)

**Самая энергоэффективная** система на Green500 - **Frontier Test & Development System (TDS)** (США). Имея 120 832 ядра и производительность **19,2 ПФлопс/с**, обладает энергоэффективностью **62,8 гигафлопс/Вт**

**На втором месте** - **Frontier** (США). Эта машина на **1-ом месте в списке TOP500** и смогла занять место **№ 2** на GREEN500. Эта система способна производить колоссальные **1,102 экзафлопс**, сохраняя при этом свою энергоэффективность на уровне **55,23 гигафлопс / Вт**. Учитывая, что эта машина смогла оставаться конкурентоспособной на GREEN500, став первой экзафлопсной системой, показывает, как **энергоэффективность становится главным приоритетом для высокопроизводительных вычислений**.

**На третьем месте** находится система **LUMI** (Финляндия), что является большим достижением для новичка. Несмотря на то, что LUMI является самой большой системой **в Европе**, она имеет производительность 151,90 ПФлопс/с, впечатляющий рейтинг энергоэффективности **51,63 гигафлопс / Вт**.

# Top 10 Green500 Supercomputers



Country	HPC Strategy / Program	Investment, \$
USA	National Strategic Computing Initiative (NSCI)	320 million/year
China	13th Five-Year Development Plan (Develop Multiple Exascale Systems)	200 million/year (for next five years)
European Union	ETP4HPC; PRACE; ExaNeSt	1.1 in billion total allocated through 2020
Japan	Flagship2020 Program	@\$200 million/year (for next five years)
India	National Supercomputing Mission	140 million/year (for 2016-2020)
South Korea	National Supercomputing Act	20 million/year (for 2016-2020)

# НРС стратегии развития в США:

Национальная стратегическая компьютерная инициатива (NSCI) в США предусматривает пять стратегических целей в государственном сотрудничестве с промышленностью и научными кругами:

1. Ускорение поставок мощных ВС класса exascale;
2. Повышение когерентности между технологической базой, используемой для моделирования и используемой для анализа данных;
3. Установление в течение следующих 15 лет жизнеспособного пути для будущих систем НРС;
4. Расширение возможностей устойчивой национальной экосистемы НРС путем использования целостного подхода, учитывающего такие важные факторы, как сетевые технологии, рабочий процесс, основополагающие алгоритмы и программное обеспечение, доступность и развитие рабочей силы;
5. Развитие долговременного сотрудничества между государственным и частным секторами

## *National Strategic Computing Initiative in USA*

Согласно NSCI, Национальный научный фонд (NSF)

должен:

**Обеспечить лидерство в обучении** и развитии рабочей силы, чтобы охватить поддержку базовой подготовки НРС для широкого сообщества пользователей, а также поддержку развития карьерного пути для ученых-вычислителей и данных;

**Расширять взаимодействие с промышленностью** и научными кругами в рамках существующих программ;