

**ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОТЕНЦИАЛА МОЩНЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ**

Носачевская Екатерина Александровна

д-р экон. наук, доц., Государственный университет управления, РФ, г. Москва

**ON THE EFFECTIVE USE OF THE POTENTIAL OF POWERFUL COMPUTING RESOURCES
TO ENSURE THE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ECONOMY**

Ekaterina Nosachevskaya

Doctor of Economics, docent, State University of Management, Russia, Moscow

Аннотация. Статья содержит информацию, посвященную ретроспективе развития суперкомпьютеров, современному состоянию этой сферы как в России, так и на международном уровне.

В статье представлены данные о мировом и национальном рейтингах суперкомпьютеров, обозначены преимущества и недостатки использования суперкомпьютеров. Кроме того, автором подчеркнута важность дальнейшего развития соответствующих мощностей в нашей стране с целью обеспечения инновационного развития отечественной экономики.

В результате автором предложено на государственном уровне в России разработать с учетом имеющихся стратегических документов программу развития мощных вычислительных ресурсов и соответствующей инфраструктуры.

Abstract. The article contains information on the retrospective of the development of supercomputers, the current state of this field both in Russia and internationally.

The article presents data on the world and national rankings of supercomputers, identifies the advantages and disadvantages of using supercomputers. In addition, the author emphasized the importance of further development of appropriate capacities in our country in order to ensure the innovative development of the domestic economy.

As a result, the author proposed at the state level in Russia to develop, taking into account the available strategic documents, a program for the development of powerful computing resources and related infrastructure.

Ключевые слова: потенциал, искусственный интеллект, технологии, стратегия, мощные вычислительные ресурсы, инновации, суперкомпьютеры.

Keywords: potential, artificial intelligence, technology, strategy, powerful computing resources, innovation, supercomputers.

Современный этап развития национальной экономики характеризуется возможностью увеличения эффективности использования различных ресурсов посредством внедрения передовых разработок (рост производительности труда, скорости и результативности обработки информации, увеличение степени сохранности сырья и материалов, снижение затрат на производство продукции и оказание услуг при сохранении и увеличении их качественных характеристик, уменьшение отходов от производства, снижение уровня загрязнения окружающей среды и т.п.).

На базе технологий робототехники, сенсорики, виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта, квантовых вычислений и других передовых технологий создано большое количество фундаментальных и прикладных разработок, внедрение которых в управленческие и производственные процессы позволяет значительно увеличить рентабельность работы многих организаций.

Потребность автоматизированной обработки большого количества информации для реализации основных функций менеджмента стимулировала развитие мощных вычислительных систем.

К таким системам относятся, прежде всего, суперкомпьютеры.

Суперкомпьютеры представляют собой специализированные вычислительные машины, технические характеристики которых превосходят большинство электронно-вычислительных машин.

В исследованиях различных авторов можно найти расхождения в истоках создания суперкомпьютеров.

В 1920-х годах в одной из американских газет появилась информация об электромеханической машине для занятия «супервычислениями» [22].

Вместе с тем многие исследователи и эксперты сходятся во мнении, что термин «суперкомпьютер» впервые возник в начале 1960-х годов. Первые суперкомпьютеры появились в этот же период. Они были очень больших размеров, являлись дорогостоящими машинами [15].

В 1963 году под руководством американского инженера Сеймура Крэя был создан один из первых суперкомпьютеров «CDC 6600», способный выполнять более 1 млн операций в секунду [15].

Одновременно специалисты Иллинойского университета США предложили идею создания параллельной высокопроизводительной вычислительной системы выполнения ряда задач «SOLOMON». В 1965 году на основе предложенного принципа функционирования была изготовлена первая электронно-вычислительная машина «ILLIAC IV» с производительностью 150 млн операций с плавающей точкой в секунду (производительность – 150 мегафлопсов) [14].

Флопс – единица измерения производительности компьютеров, показывающая, сколько операций с плавающей точкой в секунду выполняет вычислительная система (1 мегафлопс равен 1 млн флопс) [18].

Первым отечественным суперкомпьютером принято считать электронную вычислительную машину БЭСМ-6, разработанную в 1967 году под руководством академика Сергея Алексеевича Лебедева. Академик заложил в основу структуры машины принципы, обеспечивавшие высокую скорость вычислений [12, 13].

Следует отметить, что в 1970-х годах суперкомпьютеры стали использовать векторную архитектуру, которая позволила выполнять операции над массивами данных [15].

В 1976 году Сеймур Крей изобрел относительно малогабаритный суперкомпьютер «CRAY-1» (производительность – 180 мегафлопсов), который был выпущен серийно и использовался в рамках реализации государственных, научных и бизнес проектов [14].

В 1980-х годах суперкомпьютеры начали использовать параллельные вычисления, которые дали возможность разделить задачу на несколько частей и выполнять их одновременно. Это позволило еще больше увеличить производительность суперкомпьютеров [15].

В этот период в нашей стране на государственном уровне финансировались около 10 проектов по разработке и созданию оригинальных суперкомпьютерных решений [14].

В 1985 году суперкомпьютеры «FACOM VP-400», «NEC SX-2» японских компаний преодолели рубеж в 1 млрд операций с плавающей точкой в секунду (производительность – 1,14 и 1,3 гигафлопса соответственно) (1 гигафлопс равен 1 млрд [флопс](#)) [14, 18].

В 1990 году американская компания разработала суперкомпьютер «Intel iPSC/860» (производительность – 2,6 гигафлопса). В 1994 году в России был построен разработанный в Институте точной механики и вычислительной техники суперкомпьютер «Эльбрус-3» (производительность – 1 гигафлопс).

В 2002 году японская компания создала суперкомпьютер «Earth Simulator» (производительность – 35,86 терафлопса) (1 терафлопс равен 1 трлн флопс) для мониторинга изменения климата. В 2008 году был разработан компанией «IBM» суперкомпьютер «Roadrunner» для проведения исследований в области ядерного вооружения (производительность – 1,105 петафлопса) (1 петафлопс означает, что за секунду машина может совершить 10^{15} операций с плавающей точкой) [14, 18].

В настоящее время суперкомпьютеры продолжают развиваться и становятся все более мощными и эффективными. Они используются в различных областях, в том числе при проведении научных исследований (моделирование и симуляция сложных физических процессов, таких как климатические изменения, аэродинамика, ядерные реакции, разработка новых лекарственных препаратов, предсказание свойств новых материалов, исследование свойств белков и др.), оптимизации бизнес-процессов (решение управленческих, финансовых, производственных, маркетинговых и иных задач).

К основным преимуществам использования суперкомпьютеров можно отнести следующие: суперкомпьютеры обладают высокой скоростью передачи данных; огромной вычислительной мощностью; большим объемом оперативной памяти; могут масштабироваться в зависимости от задач; могут выполнять несколько задач одновременно и решать сложные задачи; имеют различные архитектуры (векторные – для выполнения операций над массивами данных; кластерные – состоят из нескольких независимых компьютеров, которые работают вместе; многопроцессорные) [15].

Несмотря на преимущества суперкомпьютеры являются дорогостоящими устройствами, потребляют большое количество энергии. В настоящее время их разработка, производство и обслуживание требуют значительных финансовых ресурсов, соответствующей квалификации кадров [15].

С 1993 года два раза в год в июне и ноябре публикуется мировой рейтинг суперкомпьютеров Топ-500 (далее – рейтинг), по результатам которого широкой общественности представляется актуальный перечень мощных вычислительных систем. При этом суперкомпьютеры в рейтинге ранжируются по реальной производительности, полученной на тесте Linpack [19].

По состоянию на ноябрь 2023 года США и Китай получили большинство строк в рейтинге (США – 161 вычислительный комплекс, Китай – 104 вычислительных комплекса). На территории Северной Америки в целом расположен 171 вычислительный комплекс из рейтинга, Азии – 169, Европы – 143 [19].

Наиболее мощным суперкомпьютером, по данным рейтинга, в глобальном масштабе, является Frontier, установленный в Национальной лаборатории Окриджа Министерства энергетики

США. Его производительность составляет 1194 петафлопса [19].

Наряду с этим в 2021-2022 гг. Китай первым в мире разработал суперкомпьютеры, производительность которых превысила 1 эксафлопс (1 эксафлопс означает, что за секунду машина может совершить 10^{18} операций с плавающей точкой) [16, 18].

Россия заняла 13 место в рейтинге. Так, 7 российских суперкомпьютеров были включены в рейтинг [20]:

- 3 суперкомпьютера принадлежат компании «Яндекс» – «Червоненкис» (36 место в рейтинге), «Галушкин» (58 место в рейтинге), «Ляпунов» (64 место в рейтинге) [8];
- 2 суперкомпьютера принадлежат ПАО «Сбербанк» – «Кристофари Нео» (67 место в рейтинге), «Кристофари» (119 место в рейтинге) [10];
- 1 суперкомпьютер принадлежит МГУ им. М.В. Ломоносова – «Ломоносов-2» (370 место в рейтинге) [9];
- 1 суперкомпьютер принадлежит компании «МТС» – «MTS Grom» (433 место в рейтинге) [7].

Большую часть мощностей российских суперкомпьютеров, входящих в рейтинг, обеспечивают бизнес-структуры.

Наряду с этим в России существует национальный рейтинг суперкомпьютеров. Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ имени М.В.Ломоносова и Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук с 2004 года реализуют проект по формированию списка наиболее мощных компьютеров России. Список обновляется два раза в год – в марте и сентябре. В данный список включаются 50 компьютеров, продемонстрировавших наибольшую производительность на тесте Linpack [21].

В соответствии с наиболее актуальным списком самым мощным суперкомпьютером в российском масштабе является «Червоненкис» [21].

По данным экспертов применение суперкомпьютеров позволяет значительно сократить время вычислений, выйти на новый уровень проектирования, недоступный ранее, а значит, получить новые технологии, повысить эффективность и конкурентоспособность отдельно взятых компаний и способствовать экономическому росту государства [17].

Так, суперкомпьютеры помогают обучать сложные модели, формировать данные и правила, которыми искусственный интеллект руководствуется при принятии решений. Один из самых распространенных направлений использования суперкомпьютеров – это обучение больших языковых моделей, позволяющих создавать на базе технологий искусственного интеллекта чат-боты [17].

В период с 2030 по 2035 год ведущими компаниями мира планируется создать суперкомпьютер мощностью 1 зеттафлопс – за секунду машина сможет совершить 10^{21} операций с плавающей точкой [18].

В России суперкомпьютеры используются в разных отраслях научными, образовательными организациями, бизнес-структурами, предприятиями с государственным участием, в том числе, для облачного хранения данных, решения различных ИТ-задач, реализации проектов по развитию искусственного интеллекта [7, 8, 9, 10].

Следует отметить, что Главой государства Правительству Российской Федерации дан ряд поручений, связанных с разработкой и реализацией комплекса мер, направленных на увеличение вычислительных мощностей суперкомпьютеров, находящихся в Российской Федерации, а также разработкой механизма льготного доступа российских исследователей, учащихся, студентов и аспирантов к вычислительной инфраструктуре суперкомпьютеров [11].

Принимая во внимание изложенное, представляется актуальным и важным использование огромных возможностей суперкомпьютеров для обеспечения дальнейшего инновационно ориентированного социально-экономического развития России, в том числе, за счет:

- внедрения отечественных наукоемких технологий в экономику и социальную сферу;
- активизации взаимодействия промышленности и науки при проведении высокопроизводительных вычислений;
- расширения доступности использования суперкомпьютеров в отечественном производстве, включая авиастроение и автомобилестроение;
- реализации межотраслевых проектов по внедрению сквозных технологий с учетом необходимости достижения национальных целей и обеспечения технологического суверенитета [1, 3, 6].

В целом речь идет о развитии, основанном преимущественно на технологических инновациях и эффектах от их внедрения. Такая работа, с нашей точки зрения, требует активизации усилий заинтересованных сторон.

В связи с этим представляется целесообразным предложить на государственном уровне в России разработать с учетом имеющихся стратегических документов программу развития мощных вычислительных ресурсов и соответствующей инфраструктуры [2, 4, 5, 6].

В рамках данной программы необходимо предусмотреть меры по стимулированию, прежде всего, отечественных научных организаций, бизнес-структур принимать участие в разработке и внедрении соответствующих технологических инноваций на основе использования потенциала суперкомпьютеров, включая реализацию крупномасштабных проектов.

Таким образом, вопрос эффективности использования потенциала мощных вычислительных ресурсов в современных условиях обладает особой активностью для обеспечения инновационного развития экономики России и нуждается в дальнейших исследованиях.

Список литературы:

1. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // СПС «КонсультантПлюс»
2. Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс»
3. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // СПС «КонсультантПлюс»
4. Указ Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» // СПС «КонсультантПлюс»
5. Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс»
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р «О Концепции технологического развития до 2030 года» // СПС «КонсультантПлюс»
7. Официальный сайт компании МТС: <https://cloud.mts.ru/cloud-thinking/news/mts-zapustila-superkompyuter-mts-grom/> (дата обращения 06.02.2024)
8. Официальный сайт компании «Яндекс»: <https://yandex.ru/supercomputers> (дата обращения 07.02.2024)
9. Официальный сайт МГУ им. М.В.Ломоносова: <https://msu.ru/press/smiaboutmsu/kak-rabotaet-superkompyuter-lomonosov-2-premera-filma-portala-nauchnaya-rossiya-ob-ustroystve-i-zada.html> (дата обращения 05.02.2024)

10. Официальный сайт ПАО «Сбербанк России»: <https://sber.pro/publication/kak-rabotaet-superkompiuter-sberbanka-i-dlia-chego-on-nuzhen/> (дата обращения 05.02.2024)
11. Официальный сайт Президента Российской Федерации:
<http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/73282> (дата обращения 06.02.2024)
12. URL: <https://www.besm-6.ru/besm6.html> (дата обращения 07.02.2024)
13. URL: https://www.cnews.ru/articles/rossijskie_superevm_ne_sdayutsya, (дата обращения 07.02.2024)
14. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/1225447> (дата обращения 06.02.2024)
15. URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/superkompyutery/> (дата обращения 05.02.2024)
16. URL: <https://naukatehnika.com/proizvoditelnost-kitajskih-superkompyuterov.html>(дата обращения 09.02.2024)
17. URL: <https://rg.ru/2024/02/06/ne-sbitsia-so-scheta.html> (дата обращения 05.02.2024)
18. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/FLOPS> (дата обращения 09.02.2024)
19.
URL:https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B3_%D1%81%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2_%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B0_Top500 (дата обращения 07.02.2024)
20. URL: <https://top500.org/lists/top500/list/2023/11/?page=1> (дата обращения 06.02.2024)
21. URL: top50.supercomputers.ru (дата обращения 05.02.2024)
22. URL: <https://xn--80abmurbt.xn--p1ai/supercomputer> (дата обращения 05.02.2024)