

## Топ50. Рейтинг наиболее производительных вычислительных систем СНГ

Д. А. Никитенко\*

*В последние годы сфера высокопроизводительных вычислений переживает настоящий бум. Огромными темпами растет производительность систем, расширяется круг областей применения и растет востребованность таких технологий в целом. В таких условиях даже специалистам сложно быть в курсе всех последних изменений и тенденций. Проект Топ50 [1] ставит своей целью, прежде всего, предоставить исчерпывающую информацию о наиболее мощных вычислительных системах СНГ, предоставляя возможность как проанализировать текущие тенденции, так и почерпнуть успешный опыт создания таких систем. Такая информация, безусловно, крайне полезна широкому кругу профессионалов и начинающих: разработчикам, поставщикам, исследователям, пользователям суперкомпьютеров.*

### 1. О проекте

Начиная с момента появления первых компьютеров, исследователи постоянно сталкивались с задачами, для решения которых существующих вычислительных мощностей было недостаточно. Такие задачи возникали и возникают в самых различных областях: аэродинамика и нефтедобыча, прогноз погоды и микроэлектроника, фармацевтика и проектирование новых материалов, криптография и биоинженерия — это лишь небольшой список областей, где для

---

\* Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ

успешного продвижения вперед требуются компьютеры с действительно запредельной производительностью.

Чтобы помочь правильно сориентироваться в мире высокопроизводительных вычислительных систем и иметь возможность оперативно отслеживать тенденции развития данной области, Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ имени М.В.Ломоносова и Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН в мае 2004 года начали совместный проект по формированию списка 50 наиболее мощных компьютеров СНГ — Top50 [1].

В список включаются 50 вычислительных систем, установленных на территории СНГ и показывающих к моменту выхода списка наибольшую производительность на тесте Linpack.

Рейтинг обновляется два раза в год: в начале весны и осени. Осенняя редакция рейтинга объявляется на традиционной серии Всероссийских научных конференций «Научный сервис в сети Интернет». По запросу заявителям всем попавшим в список систем выдаются официальные сертификаты установленного образца.

За время своего существования, с конца 2004 года, проект заслужил репутацию качественного и объективного аналитического инструмента в области построения вычислительных систем на территории стран СНГ.

## 2. Предоставляемый сервис

Помимо данных о пиковой и достигнутой производительности, при подаче заявки на участие в рейтинге может указываться, в достаточной мере, исчерпывающий перечень характеристик и параметров системы: от места установки и разработчиков, и до подробного описания конфигурации отдельных узлов кластеров, типах коммуникационных сред и т.п.

Наличие такой обширной информации по системам дает возможность не только видеть конкретные решения в деталях, но и оценить, какой подход в построении вычислительных комплексов показывает себя эффективным в конкретных областях применения.

На сайте проекта можно получить как любую вышедшую редакцию рейтинга в стандартной форме, так и сформировать таблицу

с отражением конкретных интересующих параметров. В сочетании с разделом «статистика», где находятся статистические данные по рейтингам, как в виде таблиц, так и графиков, пользователь получает возможность отследить все изменения и тенденции за историю ведения рейтинга, а значит, и получает основу для того, чтобы попытаться предугадать, что будет происходить в этой сфере на следующем этапе.

### 3. Сопоставление с Топ500

При разработке проекта Топ50, безусловно, большое внимание уделялось широко известному и, можно сказать, ставшему уже эталонным в мировом масштабе проекту Топ500 [2]. Почему же тогда нужен такой рейтинг, как Топ50, если есть общепринятый Топ500?

Прежде всего, это связано с масштабами. Топ500 — рейтинг, в котором участвуют системы со всего мира. При нынешних темпах развития в этой области, когда каждый год появляется огромное количество новых систем, причем, все более и более мощных, очевидно, что состояние отрасли в отдельной стране не может быть в достаточной мере отражено таким списком. Просто потому, что рейтинг Топ500 преследует другие цели и отражает ситуацию на мировом уровне. Но есть возможность оценить лидеров, как всемирных, так и отдельно взятых регионов. Так, например, в редакцию Топ500 от ноября 2007 года попало всего лишь семь отечественных систем.

Какой производительностью должна обладать система, чтобы попасть в списки Топ50 и Топ500? Нижняя граница в 7-ой редакции рейтинга Топ50 от сентября 2007г. — 253.6 GFlops, в 30-ой редакции Топ500 от ноября 2007г. — 5930 GFlops. В предыдущих редакциях списков — 196.1 и 4005 GFlops, соответственно.

Рейтинг Топ50 ставит своей целью отразить состояние именно отечественной составляющей области высокопроизводительных вычислений. Помочь разобраться в тенденциях и складывающейся ситуации, именно в рамках СНГ, предоставляя больше информации для размышления, и, как следствие, для дальнейшего развития работы исследователей, разработчиков, поставщиков и пользователей суперкомпьютерных технологий на территории РФ и стран СНГ —

в этом основная задача проекта.

Область определения рейтингов обуславливает и темпы обновления самого содержимого списка лидирующих систем. Так, за последние четыре редакции в списке Top500 появлялось, в среднем, более 200 (а это — более 40%) новых систем, причем, в редакции от июня 2007 года — 285 (57%). В списке же Top50 устоявшимся темпом можно считать уровень в десять новых систем (или апгрейдов), то есть 20%. Однако, и об этом будет сказано далее более подробно, несмотря на такую количественную разницу, качественные тенденции в отечественной области выглядят вполне достойно.

Чем больше параметров систем в рейтинге может быть доступно пользователю, тем глубже и всестороннее могут быть сделаны выводы, тем вернее могут быть сделаны последующие решения. Именно поэтому разработчики рейтинга стараются представить всю доступную информацию о системах в максимальном объеме. И детальность информации о системах, пожалуй, выгодно отличает Top50 от Top500. Развитие статистических сервисов является приоритетным направлением развития проекта.

Будучи стимулируемой высокой востребованностью вычислительных мощностей, область высокопроизводительных вычислений развивается чрезвычайно интенсивными темпами. Соответственно, с появлением новых технологий, со временем меняются и подходы к исследованию, меняются и сами исследуемые параметры. Например, если еще год-два назад количество процессоров в суперкомпьютерной системе могло достаточно полно характеризовать масштаб системы, то сейчас, с появлением, активным развитием и широким внедрением многоядерности, уже число ядер в процессорах, на узлах и во всей системе в целом, рассматривается как один из основных исходных параметров системы. Все больше предпочтений отдается системам на базе многоядерных процессоров. В частности, это дает возможность сокращения числа узлов при той же пиковой производительности, а значит, уменьшения доли относительно медленных соединений между узлами. Впрочем, суперкомпьютерная система строится, исходя из определенного круга задач, которые она призвана решать, а потому приоритеты и требования могут отличаться

весьма значительно. В осенней редакции Топ50 доля систем на базе многоядерных процессоров составила 40%. Более того, все установленные в 2007 году системы в рейтинге построены на многоядерных процессорах.

#### 4. Это интересно

Рассмотрим далее некоторые интересные факты и тенденции, которые прослеживаются при анализе последних редакций списков Топ50 в сравнении с Топ500.

Темпы увеличения суммарной производительности систем достаточно непостоянны. Это связано с не столь частым вводом в эксплуатацию систем, занимающих лидирующие места в рейтингах. К примеру, в списке Топ500 наибольшим рост пиковой и достигнутой производительности был в редакции от ноября 2007г., и составил примерно 46% и 40% соответственно, в июньском списке — 40% и 37.8%, а в предыдущих редакциях рост был почти вдвое меньшим.

В списке Топ50 ситуация несколько иная. Принимая во внимание относительно небольшое количество как новых систем, так и их общее количество, скорее уместно говорить о среднем росте. Средний же рост пиковой и достигнутой производительности составляет 43% и 42%, соответственно. Здесь видится очень обнадеживающим, что в среднем рост эффективности значительно выше в Топ50, чем в Топ500. Это происходит, прежде всего, по той причине, что большинство новых, эффективных систем располагается в первой половине списка, т.е. они и весьма высокопроизводительны (рис. 1). А это, за счет незначительного общего количества систем, достаточно ощутимо влияет на средние показатели. Своеобразным переломным моментом была весна 2007 г. Суммарная производительность списка увеличилась почти вдвое. Более того, и в 7-ой редакции рост составил около трети (рис. 2).

С ростом производительности систем вопрос их эффективного использования видится особенно важным. Будем понимать под эффективностью отношение достигнутой производительности на тесте Linpack к пиковой производительности системы. Интересно, что это соотношение достаточно постоянно не только в списке Топ500, отра-

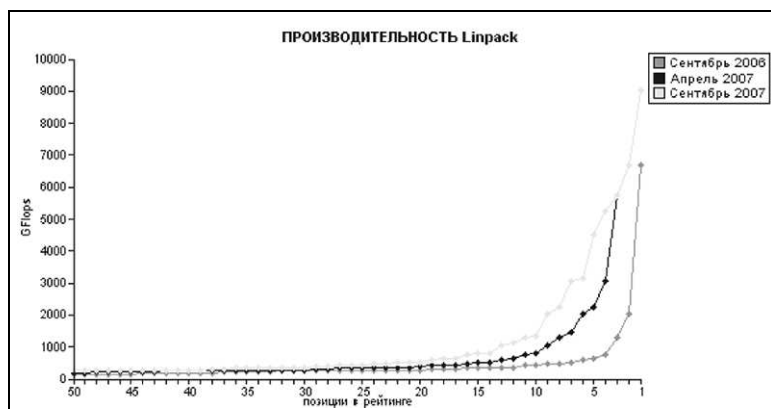


Рис. 1. Производительность на тесте Linpack

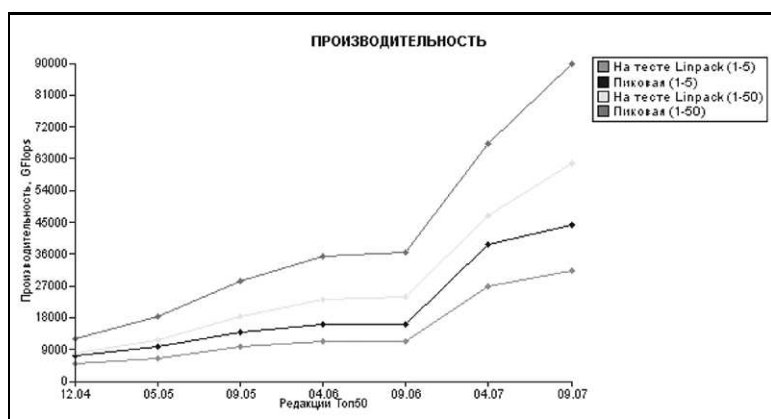


Рис. 2. Суммарная производительность систем

жающем положении вещей во всей отрасли целиком, но и в списке Top50, несмотря на то, что количество новых систем в его новых редакциях несопоставимо меньше. Так, в последние четыре редакции (два года) в среднем по спискам эффективность в Top500 и Top50 ко-

леблется от 66 до 69 процентов. Следует также заметить что новые, мощные системы, в большей своей массе, обладают эффективностью не ниже средней. Это говорит о все более рациональном подходе к их построению, о качественном росте.

Таким образом, есть основания говорить о том, что отечественная сфера высокопроизводительных вычислений развивается очень высокими темпами, не уступающими по качеству, даже превосходящими средние показатели по Топ500.

Что касается области применения вычислительных систем, то интересны следующие тенденции. Лишь в двух редакциях Топ50 2006 года число систем, задействованных в области финансов, превысило число систем в сфере науки и образования, которое растет на протяжении последних трех редакций (22%, 30%, 38%). Причем, в пересчете на производительность, системы сферы науки и образования абсолютно доминируют, концентрируя в себе 44%, 58% и 59% пиковой производительности от всего списка и 46%, 61% и 61%, соответственно, от достигнутой на тесте Linpack. Наравне с системами, применяемыми в области прикладных исследований, растущими численно (20%, 24% и 28%), но концентрирующими на себе достаточно постоянную часть вычислительной мощности всего списка (15% пиковой и 16-17% достигнутой), установки сферы науки и образования являются наиболее эффективными (рис. 3).

Доля же систем, применяемых в финансовой области, уменьшается, как численно, так и по совокупной мощности, достигнув нижнего порога в осенней редакции Топ50 2007 года уровня в 18% систем, но лишь 12% пиковой и 9% достигнутой производительности.

Аналогичная ситуация и с промышленностью: 16% всех систем, и всего 14% пиковой и 13% достигнутой производительности от суммарной по списку. Наглядно это продемонстрировано на диаграммах (рис. 3).

Далее, попробуем оценить изменения в характеристиках попадающих в рейтинг систем.

Прежде всего, бросается в глаза отсутствие SMP систем. Более года все системы в Топ50 являются кластерными установками. Видимо, главной причиной является относительно высокая стоимость

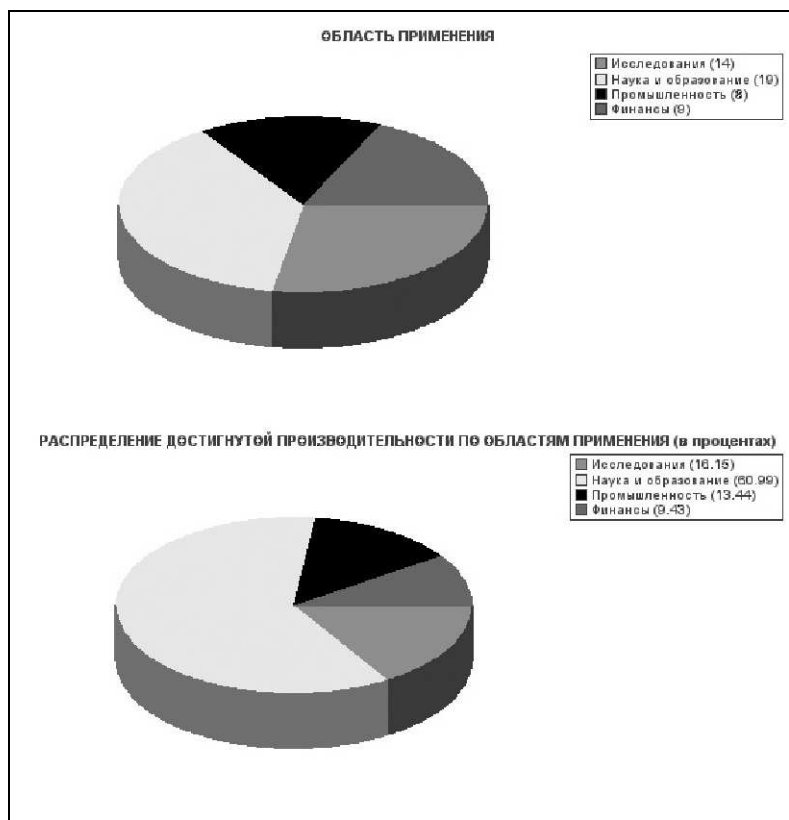


Рис. 3. Область применения систем и распределение производительности

больших систем с общей памятью.

Все больше растут масштабы самих систем. Так, среднее число процессоров и ядер в системе в осеннем списке Топ50 — 171 и 222, соответственно, при минимуме в 34 вычислительных ядра (43-е место) и максимуме — в 1312 у системы СберБанка (7-ое место).

Примечательным является соотношение оснащённости памятью к числу вычислительных ядер и процессоров. До появления мно-



гоядерных процессоров это соотношение росло в пользу увеличения объема памяти на процессор и в среднем изменялось от 1.2 до 1.8 гигабайт на процессор. С появлением же многоядерных процессоров, это отношение стало уменьшаться, составив в последней редакции 1.4 гигабайт на ядро и оставаясь порядка 1.8 гигабайт на процессор.

Ярко выраженным лидером производителей процессоров с самой первой редакции рейтинга является компания Intel. Интересно также, что доля Intel стабильно растет и на данный момент составляет 62%. Среди них, из 31 системы 27 построены на базе Intel Xeon и лишь четыре — на процессорах семейства Itanium.

Что касается коммуникационных сред, то прослеживается явная тенденция в использовании высокоскоростных и специальных решений. Доля Gigabit Ethernet, самого бюджетного решения, падает и на данный момент уже составляет 40%, продолжая опускаться после пиковых 60% в весенней редакции 2006 г. Если доля таких сред как Mupinet и SCI остается примерно одинаковой (в сумме около 10%), то доля Infiniband продолжает расти и на данный момент составляет 40%.

Говоря о разработчиках систем, видятся интересными следующие тенденции. Во-первых, сокращается число систем собственной сборки (на данный момент — всего две системы), таким образом, все большее предпочтение отдается разработке систем специализирующимися организациями. Во-вторых, среди этих организаций все большие обороты набирают отечественные коллективы. Так, компания Т-Платформы в осеннем списке Топ50 является разработчиком 28% процентов систем, при этом являясь разработчиком и системы СКИФ Cyberia, занимающей первое место в рейтинге с пиковой производительностью 12 TFlops и достигнутой - 9 TFlops. Лишь на втором месте идет Hewlett-Packard с 26%, на третьем — IBM с 20%. В список входит уже четыре системы, созданные украинской компанией ПНВП «ЮСТАР».

## 5. Заключение

Что же нас ждет в ближайшем будущем? Прежде всего, следует сказать, что уже к следующему, весеннему, выходу списка Топ50

планируется запуск целого ряда мощных вычислительных систем. Вообще, начало 2008 года обещает быть насыщенным на появление новых и мощных суперкомпьютеров. В частности, в НИВЦ МГУ планируется введение в эксплуатацию новой системы пиковой производительностью 60 TFlops.

Ожидается удвоение суммарной производительности систем по списку. Таким образом, высокие темпы роста числа мощных суперкомпьютеров в Топ50 не только поддерживаются, но и явно превысят средние значения, которые уже сейчас превышают среднемировые показатели.

В заключение, хочется обратить внимание на то, что одной из главных целей создания рейтинга ставилось создание инструмента, помогающего разбираться в векторах развития области высокопроизводительных вычислений. А удобство и эффективность инструмента подразумевает под собой возможность адаптации к потребностям конкретного пользователя. Группа разработчиков рейтинга старается создать максимально удобный инструмент для работы, продолжая его развитие, добавляя новые функциональные возможности, исходя из потребностей пользователей, научных групп и вычислительного сообщества в целом.

### Список литературы

- [1] Топ50: список самых мощных компьютеров СНГ, <http://supercomputers.ru>.
- [2] Top500 Supercomputing Sites, <http://www.top500.org/>.
- [3] Воеводин Вл.В. Топ500: числом или умением// Открытые системы, №10, 2005 г. С.12–15. ([http://www.osp.ru/os/2005/10/380430/\\_p1.html](http://www.osp.ru/os/2005/10/380430/_p1.html))