

1 • 2020

# РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ПЕРМЕНОВОК



- Таймеры для утюга
- Электронный замок
- Виртуальный вольтамперметр
- Средства разработки для МК

...и ещё 14 конструкций

1  
2020



# Молодёжный кубок А. С. Попова — 2019 год

(см. статью на с. 51)



Анастасия Калашникова (UB6HPM) из пос. Горячеводский Ставропольского края — победитель в индивидуальном зачёте.



Команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 из пос. Колосистый Краснодарского края (слева—направо): Константин Мирошниченко, Алиса Гулак, Елизавета Еремеева.



Коллективная радиостанция R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края. Ближний ряд: Григорий Аникин (R0A1B), Степан Куцук, Антон Братчиков, Андрей Толщин, второй ряд: руководитель радиостанции Александр Иванович Смахтин (R0AA), Артём Васюк.

Команда радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края (сверху—вниз): Матвей Коновалов (R0A-9), Владислав Ермолович (R0A-12), Максим Нестеренко (R0A-10).





	Уважаемые читатели! .....	4
<b>НАУКА И ТЕХНИКА 5</b>	А. ГОЛЫШКО. НРС — инструмент мирового развития .....	5
<b>РАДИОПРИЁМ 8</b>	В. ГУЛЯЕВ. Новости вещания .....	8
<b>МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА 10</b>	А. НИКОЛАЕВ. Средства разработки программ для микроконтроллеров на основе ядра Cortex .....	10
<b>РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ 16</b>	А. МЕЛЬНИКОВ. Ждущие генераторы импульсной последовательности, тактируемые мигающим светодиодом .....	16
<b>ЗВУКОТЕХНИКА 19</b>	Ю. НЕЧАЕВ. Симметричный транзисторный УМЗЧ .....	19
<b>ВЫСТАВКИ 22</b>	Е. ЕПИФАНОВА, С МИШЕНКОВ. Праздник отечественного Hi-End'a .....	22
<b>ИЗМЕРЕНИЯ 24</b>	В. ТУРЧАНИНОВ. Многофункциональный частотомер на микроконтроллере PIC18F252-I/SP (v4.2.1) .....	24
	Б. БАЛАЕВ. Экономичный измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов с усиленной защитой .....	29
<b>ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 30</b>	И. МАМОНТОВ. "Paradox MX" — терменвокс со встроенным индикатором высоты тона .....	30
<b>ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 34</b>	Д. МОЛОКОВ. Узконаправленный пьезоэлектрический извещатель движения .....	34
	А. ЛЕВАШОВ. Ремонт светодиодного прожектора .....	38
	А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ. Электронный замок на ключах DS1990A .....	39
	И. НЕЧАЕВ. Таймеры для электрического утюга .....	42
	М. АНТОНОВ. Модернизация "умного дома" .....	45
<b>НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ 50</b>	Наша консультация .....	50
<b>"РАДИО" — О СВЯЗИ 51</b>	Молодёжный кубок А. С. Попова — 2019 год .....	51
	Г. ЧЛИЯНЦ. Юбилейные и "круглые" даты в истории нашего хобби в 2020 году .....	54
	Е. АГЕНТОВА. Антарктический радист .....	56
<b>"РАДИО" — НАЧИНАЮЩИМ 59</b>	И. НЕЧАЕВ. Осторожная пчела .....	59
	Д. МАМИЧЕВ. Виртуальный вольтамперметр для школьного кабинета физики .....	61
	С. РЮМИК. Ответы на викторину "Питание микроконтроллеров" .....	63

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ (с. 29). ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ (с. 29).  
ДОСКА РЕКЛАМНЫХ ОБЪЯВЛЕНИЙ (с. 1, 3, 4, 10, 18, 39, 58, 4-я с. обложки).

На нашей обложке. За инструментом "Paradox MX" исполнительница на терменвоксе Ирина Золотова (см. статью на с. 30).

**ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:** **ПОХОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК ЦМУ С ПРОГРАММНЫМИ ФИЛЬТРАМИ ИГРУШКА-АНИМАТРОНИК ТОНАЛЬНАЯ ПРОЗВОНКА**

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.  
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,  
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),  
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: [ref@radio.ru](mailto:ref@radio.ru)

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: [advert@radio.ru](mailto:advert@radio.ru)

Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,  
р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.12.2019 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:

по каталогу «Роспечати» — 70772;

по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;

по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио», 1924—2020. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»

142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.

Зак. 04469-19



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

[www.drweb.com](http://www.drweb.com)

Бесплатный номер  
службы поддержки  
в России:

8-800-333-79-32



# Уважаемые читатели!

## Поздравляем Вас с Новым 2020 годом!

**В** наступающем году тематика журнала останется традиционно прежней. Мы планируем размещать статьи уже известных авторов и новых, впервые публикующих описание своих разработок. Вы также можете стать одним из авторов журнала "Радио". Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям.

**С**емь лет назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2019 гг. Продолжается подписка и на следующий год. Её стоимость на 12 месяцев осталась прежней — 600 руб., но эту сумму Вы заплатите при оплате подписки в редакции. В случае оплаты через банк или какие-либо платёжные системы стоимость может быть больше на величину комиссии. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с января 2020 г. и оплатить 600 руб., Вы получите № 1—12 за 2020 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на нашем сайте по адресу [el.radio.ru](http://el.radio.ru) заполнить поля формы, указав в них номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Все эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Оплатить по нашим реквизитам, указанным в квитанции, можно и через другие банки или платёжные системы. При оплате через платёжные системы обязательно указывайте свои фамилию, имя, отчество, а также год и номер, с которого Вы хотите получать журнал. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу <http://www.radio.ru/subscribe/oferta.pdf> на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать журналы по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле "E-mail". Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта ([www.radio.ru](http://www.radio.ru)). Вопросы по электронной копии журнала присылайте на адрес электронной почты <[zakaz@radio.ru](mailto:zakaz@radio.ru)>.

**Н**апоминаем, что продолжается конкурс "Лучшие публикации 2019 года". Приглашаем всех читателей стать заочными членами жюри этого конкурса. Напишите нам, какие, на Ваш взгляд, материалы, опубликованные в журнале "Радио" в 2019 г., заслуживают быть отмеченными премиями. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи, номер журнала, в котором она опубликована, а также премию (первая, вторая, третья, поощрительная), которую заслуживает статья. Число указанных материалов не должно превышать восьми. Ваше мнение мы сможем учесть, если Вы отправите письмо не позднее **31 марта 2020 г.** (по почтовому штемпелю). Письмо можно направить и по электронной почте на адрес [mail@radio.ru](mailto:mail@radio.ru) с обязательной пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2019 года". По традиции читатели, назвавшие правильно не менее четырёх статей, признанных лучшими, получат наши призы.

*Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступающем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов!*

**Редакция**

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571

Факс: (495) 783-9181

E-mail: [info@rinet.ru](mailto:info@rinet.ru)

Сайт: <http://www.rinet.net>

# НРС — инструмент мирового развития

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

*"Существует и лучший мир, но там всё очень дорого".*

(Из учебника по "Цифровой экономике")

Термин НРС (High-Performance Computing — высокопроизводительные вычисления) появился сравнительно недавно и представляет собой раздел прикладной информатики, занимающийся поиском путей решения задач, требующих значительных вычислительных ресурсов. Прежде всего, там, где необходимо решать величайшие мировые научные проблемы, и инженерные и учёные умы из каждой области знаний могут подсказать какие именно. Очень сложные задачи всё ещё остаются нерешёнными без серьёзных вычислительных ресурсов. К ним относятся прогнозирование природных катастроф, лечение пока ещё неизлечимых заболеваний, исследования вселенной и многое другое. В настоящее время растёт интерес к НРС со стороны бизнеса, и уже появляются успешные примеры использования данной технологии.

В развитых странах на самом высоком уровне НРС уже используются в интересах государственной безопасности и реагирования на различные угрозы от техногенных аварий и прочих ЧС до терроризма, а также прогнозирования социальных, политических и прочих последствий тех или иных экономических преобразований. На следующем уровне — промышленная и исследовательская сферы, которые включают в себя промышленное производство, здравоохранение, нефтегазодобычу, естественные науки и, разумеется, финансы.

Развитие НРС долгое время шло в контексте очень ограниченного числа сценариев их практического использования, что было связано, в том числе, и с дефицитом соответствующей вычислительной техники. Достигнутый технический прогресс налицо, и многие востребованные в самых разных отраслях инновационные разработки создаются с помощью НРС. Вместе с этим меняется роль ИТ-компаний, которые превратились из довольно немногочисленного "клуба любителей суперкомпьютеров" и решения отдельных научных проблем в поставщиков, весьма востребованных в современном цифровом мире услуг. Поэтому сфера НРС развивается невероятно высокими темпами, и многие заказчики решений НРС, активно использующие локальные центры обработки данных, начинают внедрять

облачные вычисления, способные повысить эффективность работы конечных пользователей, гибкость и экономичность.

Предприятия многих отраслей совсем недавно получили практическую возможность собирать и хранить огромный объём первичных данных, детально описывающих буквально каждое движение, которое кем-либо и для каких-либо целей предпринимается в бизнесе. Возможность обработки этих данных с целью получения не только понятного для бизнеса, но и при этом на 100 % обоснованного результата (в большинстве случаев либо классификация текущих событий, либо прогноз на будущее) — довольно сложная задача, которая по большей части ещё только обсуждается в профессиональных кругах. Впрочем, с появлением практических результатов интерес к данной теме возрастает. В настоящее время появляется всё больше специалистов в данной области, которые на основе имеющихся у них академических знаний создают математические модели, применимые для решения той или иной бизнес-задачи. Эти решения "обкатываются" в отраслевых сообществах и на промышленных площадках, проверяются, уточняются, классифицируются. Сама дисциплина Machine Learning (машинное обучение, являющееся частью разработки искусственного интеллекта) делится на отдельные поднаправления, среди которых одним из наиболее заметных является Deep Learning (глубокое обучение), и идеология НРС, разумеется, находит здесь своё место. Так постепенно создаётся весьма зрелая инфраструктура обработки первичных данных для целей бизнеса и формируется своего рода промышленный конвейер движения этих данных к конечному бизнес-результату.

Считается, что окупаемость НРС более чем в два раза превышает вложенные капитальные средства. В частности, на производстве объединение и дополнение физических моделей САПР с цифровыми двойниками данными с датчиков Интернета вещей и моделями искусственного интеллекта и глубокого обучения позволяют выявлять и прогнозировать аномальное поведение продуктов и их сбой. Эта функция профилактического обслуживания помогает выполнять оптимальные корректиру-

ющие действия, повышать качество технического обслуживания продуктов и ускорять разработку новых продуктов. В нефтегазовой отрасли, требующей высокопроизводительных вычислений, рабочие задачи, такие как обработка сейсмических данных и имитация функционирования резервуаров, интегрируются со средствами аналитики, что позволяет оптимизировать добычу и поставку сырой нефти и обеспечивает снижение стоимости одного барреля продукта.

Объединение инструментов 3D-моделирования и симуляции, а также интеграция и анализ информации, взятой из историй болезни пациентов и многих других пулов данных (геномных данных, данных визуализации, клинических, поведенческих данных, данных об эффективности лекарственных средств, медицинских отчётов и т. д.), намного повышают качество лечения. Более того, такой подход позволяет составлять планы лечения, проводить хирургические процедуры, совершенствовать конструкцию медицинского оборудования, получать более высокие результаты лечения пациентов, а также помогает переводить отрасль здравоохранения на модель медицинского обслуживания с высокой ценовой эффективностью.

Для успешной рыночной деятельности требуется проводить множество сложных операций финансового моделирования, включающих тысячи вычислительных задач длительностью от нескольких секунд до нескольких минут. Обычно эти вычисления выполняются в крупномасштабных средах НРС и требуют сотни мегабайт данных, таких как историческая стоимость обыкновенных акций за несколько лет. Однако для каждой задачи обычно используется только небольшая часть этих данных, которая должна обязательно интегрироваться со средствами анализа рисков, чтобы финансовые организации могли успешно соблюдать строгие и сложные нормативные требования.

Тем временем драйверами дальнейшего роста использования НРС выступают задачи моделирования работы человеческого мозга и точного прогноза погоды. Требуемая для них мощность превосходит сегодняшние ресурсы в 100000 раз, и её достижение прогнозируется лишь к 2030 г.

В целом НРС используют сконцентрированную вычислительную мощность для решения задач, требующих большого объёма вычислений и данных, включая моделирование и рендеринг (процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы), которые не по силам стандартным рабочим станциям. Иначе говоря, возникшие проблемы не могут быть решены на обычном компьютере в течение разумного периода времени или выполнение невозможно из-за ограниченности доступных ресурсов (требуется слишком много данных). Так вот НРС — это подход к преодолению подобных ограничений путём использования специализированного или высокопроизводительного оборудования (суперкомпьютеров) или накопления



вычислительной мощности от нескольких устройств.

Как известно, многие сложные задачи можно решать методом параллельных вычислений, когда любой отдельно взятый процесс выполняется независимо от результатов выполнения других процессов. А для этого можно воспользоваться несколькими относительно небольшими вычислительными системами (узлами), сгруппированными в вычислительные кластеры. Вычислительный кластер — это группа компьютеров (серверов), которые работают вместе и составляют единый унифицированный вычислительный ресурс. Каждый узел работает под управлением своей копии операционной системы. Такие вычислительные кластеры позволяют быстро и с относительно небольшими затратами решать комплексные задачи и могут располагаться целиком в центре обработки данных (ЦОД). Подобный подход широко применяется в финансовом моделировании, проектировании и компьютерной анимации. Подчас такие термины, как HPC-система, высоконагруженная система, высоконагруженный кластер, highload-система и суперкомпьютер обычно используются в рассматриваемой здесь области знаний как синонимы.

Благодаря увеличению числа центральных процессоров (ЦП) и узлов увеличивается вычислительная мощность, которая позволяет за единицу времени выполнять больше операций. Эффект увеличения вычислительной мощности называется ускорением, определяемым как соотношение между временем выполнения в параллельной системе и временем выполнения в последовательной системе.

При построении кластера встаёт задача, как распределять нагрузку между серверами. Для этого используется балансировка нагрузки, которая, кроме самого распределения, выполняет ещё ряд других задач, например, повышение отказоустойчивости (при выходе из строя одного из серверов система будет продолжать работать) и защита от некоторых типов атак.

В машинах с общей памятью и произвольным доступом (RAM) память может быть доступна всем процессорам. Между тем в кластерах распределённой памяти она недоступна между различными процессорами или узлами. При использовании распределённой памяти должно быть надёжное и скоростное сетевое соединение с малыми задержками для отправки сообщений между процессорами (или для использования других механизмов связи), поскольку они не имеют доступа к одному и тому же пространству памяти. Поэтому большинство кластеров HPC оснащены именно такими сетями, чтобы оперативно доставлять данные между различными узлами. Современные системы HPC часто представляют собой гибридную реализацию обеих концепций, поскольку некоторые устройства совместно используют общее пространство памяти, а некоторые нет.

Задачи, решаемые HPC, подразделяются на две категории: высокопроизводительные ("обычная" задача за

малое время или "тяжёлые" задачи, которые иначе решить невозможно) или большое количество "небольших" задач. Соответствующее распределение данных и операций между несколькими подразделениями требует концепции распараллеливания. Многие типы задач можно разделить на более мелкие части или подзадачи. Меньшие части могут быть построены, например, декомпозицией данных (параллелизм данных) или декомпозицией задач (параллелизм задач). Степень связи между этими подзадачами влияет на степень их распараллеливания.

Важным качественным показателем кластера является масштабируемость. Система является масштабируемой, если она способна увеличивать производительность пропорционально дополнительным ресурсам. Масштабируемость можно оценить через отношение прироста производительности системы к приросту используемых ресурсов. Чем ближе это отношение к единице, тем лучше. Также под масштабируемостью понимается возможность наращивания дополнительных ресурсов без структурных изменений центрального узла системы.

Масштабирование архитектуры высоконагруженной системы может быть горизонтальным и вертикальным. Вертикальное масштабирование заключается в увеличении производительности системы за счёт увеличения мощности сервера. Главный недостаток вертикального масштабирования в том, что оно ограничено определённым пределом. Ведь технические характеристики "железа" нельзя увеличивать бесконечно. Однако на самом деле вертикальная компонента присутствует практически всегда, а универсального горизонтального масштабирования как такового не существует. Горизонтальное масштабирование заключается в увеличении производительности системы за счёт подключения дополнительных серверов. Именно горизонтальное масштабирование является сейчас фактически стандартом. Существует также такой термин, как диагональное масштабирование, подразумевающее одновременное использование обоих подходов.

Современному заказчику нужно не просто уметь решать задачи, а решать их быстрее и лучше, чем это получалось на HPC предыдущего поколения. Поэтому хочется всё самое-самое от процессоров до сетей. Технические требования к HPC также находятся в постоянной динамике. Сегодня идёт борьба за эксафлопные вычисления, и уже пошли разговоры о зеттафлопных. А ведь, помимо "супержелеза", необходимо иметь соответствующее ПО, позволяющее максимально использовать вычислительные ресурсы. Помимо денег, на HPC нужны рабочие площади и электроэнергия. Тем более, что иным суперкомпьютерам уже требуются многие мегаватты, как ЦОДам. Если говорить по-хозяйски, то физически HPC-система должна помещаться в отведённом для неё зале и потреблять разумное количество электроэнергии.

Кстати, о флопсах. При измерении производительности кластеров и су-

перкомпьютеров обычно используется пиковая производительность — теоретический предел производительности для данных процессоров и максимальная производительность, которую данный кластер или суперкомпьютер достигает при решении практических задач. FLOPS (флопс — производная от Floating-point Operations Per Second) — внесистемная единица, используемая для измерения производительности, показывающая, сколько операций с плавающей точкой в секунду выполняет данная вычислительная система. А ещё Flops — это общий тест для определения рейтинга скорости работы процессоров. Операции с плавающей точкой подразумевают любые операции, которые связаны с дробными числами. Такие операции занимают гораздо больше времени в отличие от операций с целыми числами. Большинство современных процессоров включают блок для вычисления операций с плавающей точкой (FPU), который является специализированной частью микропроцессора и отвечает за выполнение операций с плавающей точкой. Flops-измерения фактически измеряют скорость FPU.

Одним из важнейших достоинств показателя флопс является то, что он до некоторых пределов может быть истолкован как абсолютная величина и вычислен теоретически, в то время как большинство других популярных мер являются относительными и позволяют оценить испытываемую систему лишь в сравнении с рядом других. Эта особенность даёт возможность использовать для оценки результаты работы различных алгоритмов, а также оценить производительность вычислительных систем, которые ещё не существуют или находятся в разработке.

Несмотря на кажущуюся однозначность, в реальности флопс является достаточно плохой мерой производительности, поскольку неоднозначным является уже само его определение. Под операцией с плавающей запятой может скрываться масса разных понятий, не говоря уже о том, что существенную роль в данных вычислениях играет разрядность операндов, которая также нигде не оговаривается. Кроме того, величина флопс подвержена влиянию очень многих факторов, напрямую не связанных с производительностью вычислительного модуля, таких как пропускная способность каналов связи с окружением процессора, производительность основной памяти и синхронность работы кэш-памяти разных уровней.

Всё это, в конечном итоге, приводит к тому, что результаты, полученные на одном и том же компьютере с помощью разных программ, могут существенно образом отличаться. Более того, с каждым новым испытанием разные результаты можно получить при использовании одного алгоритма. Отчасти эта проблема решается соглашением об использовании единообразных тестовых программ. Самый распространённый тест для измерения производительности называется Linpack с усреднением результатов, но со временем возможности компьютеров перерастают рамки

принятого теста, и он начинает давать искусственно заниженные результаты, поскольку не задействует новейшие возможности вычислительных устройств. К некоторым системам общепринятые тесты вообще не могут быть применены, в результате чего вопрос об их производительности остаётся открытым. Кстати, Linpack используется при составлении рейтинга суперкомпьютеров TOP-500. Сам рейтинг появился сравнительно недавно, а весь перечень всемирных достижений в суперкомпьютерах приведён в **таблице**.

Некоторые ранние достижения в суперкомпьютерах выглядели так:

- ЭНИАК (1946 г.) — 300 флопс (при массе 27 т и энергопотреблении 150 кВт);
- IBM 709 (1957 г.) — 5 кфлопс;
- БЭСМ-6 (1968 г.) — 1 Мфлопс (операции деления);
- Cray-1 (1974 г.) — 160 Мфлопс;
- БЭСМ-6 на базе Эльбрус-1К2 (1980-е годы) — 6 Мфлопс (операции деления);
- Эльбрус-2 (1984 г.) — 125 Мфлопс;
- Cray-2 (1985 г.) — 1,9 Гфлопс;
- Cray Y-MP (1988 г.) — 2,3 Гфлопс;
- Электроника СС БИС (1991 г., двухмашинный вариант) — 500 Мфлопс;
- ASCI Red (1993 г.) — 1 Тфлопс;
- Fujitsu FX-1 (2008 г.) — 121 Тфлопс;
- BM Blue Gene/L (2006 г.) — 478,2 Тфлопс;
- Cray Jaguar (2008 г.) — 1,059 Пфлопс;
- IBM Roadrunner (2008 г.) — 1,042 Пфлопс;
- Ломоносов (2011 г.) — 1,3 Пфлопс; ну и так далее...

По состоянию на июнь 2019 г. верхняя часть TOP-500 остаётся в основном неизменной. Это — два суперкомпьютера, построенных IBM, Summit и Sierra, установленных в Национальной лаборатории Ок-Риджа (ORNL) Министерства энергетики США в штате Теннесси и Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса в Калифорнии, соответственно, сохраняют первые две позиции в списке. Оба получают свою вычислительную мощность от процессоров Power 9 и графических процессоров NVIDIA V100. Система Summit немного улучшила результаты по сравнению с шестью месяцами ранее, показав рекордные 148,6 Пфлопс, в то время как система номер два Sierra остаётся неизменной на уровне 94,6 Пфлопс.

Далее идёт Sunway TaihuLight — система, разработанная Китайским национальным исследовательским центром параллельной вычислительной техники и технологии (NRCPC) и установленная в Национальном суперкомпьютерном центре в г. Уси, занимает третье место с производительностью 93 Пфлопс. Она оснащена более десяти миллионов процессорных ядер SW26010.

Под номером четыре находится суперкомпьютер Tianhe-2A (Milky Way-2A), разработанный Китайским национальным университетом оборонных техно-

логий (NUDT) и развёрнутый в Национальном суперкомпьютерном центре в Гуанчжоу. Он использовал комбинацию процессоров Intel Xeon и Matrix-2000 для достижения результата HPL 61,4 Пфлопс.

Frontera — единственный новый суперкомпьютер в первой десятке, он достиг своего пятого места с производительностью 23,5 Пфлопс. Эта система Dell C6420, работающая на процессорах Intel Xeon Platinum 8280, установлена в Техасском центре передовых вычислений Техасского университета.

Производительность компьютеров	Год	Примечание
Флопс ( $10^0$ )	1941	
Килофлопс ( $10^3$ )	1949	
Мегафлопс ( $10^6$ )	1964	
Гигафлопс ( $10^9$ )	1987	
Терафлопс ( $10^{12}$ )	1997	
Петафлопс ( $10^{15}$ )	2008	
Эксафлопс ( $10^{18}$ )	2020?	Ожидалось в 2016 г.
Зеттафлопс ( $10^{21}$ )	?	
Йоттафлопс ( $10^{24}$ )	?	

Среди современных российских НРС лидирует "Ломоносов-2", занимающий 93-е место рейтинга TOP-500 с производительностью 2,478 Пфлопс. Кроме него, в TOP-500 на 365-м месте находится суперЭВМ главного вычислительного центра Росгидромета.

Создатели рейтинга отмечают, что в списке растёт доля китайских систем. Уже год назад китайские суперкомпьютеры занимали 45 % рейтинга. Системы из США занимают 22 %, но в среднем они более производительны. Если считать именно по суммарной производительности, то США лидирует с 38 %, а Китай находится на втором месте с 31 %. Также в списке лидеров по числу суперкомпьютеров Япония, Великобритания, Франция, Германия и Ирландия. У остальных стран в списке менее десяти систем.

Важно отметить, что сейчас в списке 429 суперкомпьютеров, которые демонстрируют свыше 1 Пфлопс в тесте Linpack, хотя менее года назад таких систем было лишь 272.

Если говорить о производителях систем, лидером остаётся Lenovo, которая создала 140 суперкомпьютеров. Также среди лидеров есть Sugon (57), Cray (49), HPE (46), Bull (22), Fujitsu (15), Huawei (14), Dell EMC (13) и IBM (12).

Вы спросите, а что же наши? В настоящее время Россию опережают в рейтинге не только явные технологические лидеры, но ещё десяток стран. Для сравнения, Китай представлен в рейтинге 219 суперкомпьютерами, США — 116 (уступая по числу, США обгоняют Китай по средней мощности), далее следуют Япония (29), Франция (19), Великобритания (18), Германия (14), Ирландия (13 одинаковых кластеров

Lenovo C1040). Прежде чем что-то иметь, надо ставить соответствующие задачи, в том числе и по цифровой экономике. К тому же в своё время отечественная компьютерная индустрия получила ряд чувствительных ударов, начиная с "лженауки кибернетики" в 50-е и заканчивая "мы всё купим" в 90-е годы. Кто их нанёс? Люди, не обладающие, очевидно, стратегическим и инженерным мышлением. Как результат — на рубеже тысячелетий Россия, где был всего один крупный центр МСЦ РАН, практически не была представлена в суперкомпьютерной индустрии. Однако ближе к середине 2000-х в отрасли произошёл перелом, и российские системы начали появляться в Top-500.

Сегодня по числу суперкомпьютеров в Top-500 Россия делит позиции с Финляндией, Испанией, Швецией и Тайванем. Правда, в этих странах суперкомпьютеры помощнее, но это не так важно, в этой отрасли ситуация довольно быстро меняется. Вопрос только в том, когда она изменится к лучшему в России?

Объём глобального рынка высокопроизводительных НРС-серверов продолжает расти, причём за прошлый год сумма продаж достигла 14 млрд долл. Эти серверы, разумеется, произведены не у нас, но, очевидно, этим тоже надо заниматься в процессе импортозамещения. На суперкомпьютеры в мире потрачено 5,4 млрд долл. Не будем забывать, что НРС — флагман развития новых технологий, но подчас приходится слышать, что отечественному суперкомпьютерингу не хватает задач. С другой стороны, если уж "погружаться" в НРС, то следует понимать, что по закону Мура вычислительная мощность компьютеров удваивается лишь за полтора года, а новые задачи могут появляться непрерывно, причём решение одних порождает возникновение следующих, более сложных. Растущая доступность вычислительных мощностей также стимулирует стремительное развитие технологий и конкуренцию между ИТ-компаниями.

Конечно, вряд ли Россия в обозримом будущем займёт верхнюю часть рейтинга. Создание НРС на уровне приведённой выше первой пятёрки требует огромного бюджета. К примеру, стоимость суперкомпьютера Summit оценивалась примерно в 200 млн долл., исходя из чего 1 Пфлопс его мощности стоит около 1 млн долл. К тому же России необходимо строить новые суперкомпьютеры на основе отечественных технологий и процессоров, чтобы развивалась вся индустрия и связанная с НРС экосистема. Конечно, для этого требуются большие инвестиции. Но ведь это инвестиции в будущее страны.

По материалам [cnews.ru](http://cnews.ru),  
[ixbt.com](http://ixbt.com), [tadviser.ru](http://tadviser.ru), [parallel.ru](http://parallel.ru),  
[intel.ru](http://intel.ru), [hpe.com](http://hpe.com), [habr.com](http://habr.com),  
[liberatum.ru](http://liberatum.ru), [huawei.com](http://huawei.com), [itweek.ru](http://itweek.ru),  
[itfollow.ru](http://itfollow.ru), [dic.academic.ru](http://dic.academic.ru),  
[top500.org](http://top500.org)

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

## РОССИЯ

**МОСКВА.** "Минкомсвязь не поддерживает идею цифровизации радио, поскольку это приведёт к кратному увеличению количества радиостанций, к чему рынок сейчас не готов", — заявил замминистра цифрового развития, связи и массовых коммуникаций России Алексей Волин.

"Мы являемся категорическими противниками идеи цифровизации радио", — сказал Волин на выставке NATEXPO, отвечая на вопрос о развитии цифрового радио. Он рассказал, к чему, по его мнению, может привести переход радио на цифровой формат.

"Если мы говорим про цифровое радио, мы имеем в виду переход радио на цифровой формат, который позволиткратно увеличить количество действующих радиостанций. Ничего более эффективного для убийства рынка радио придумать нельзя, поэтому мы являемся категорическими противниками цифровизации радио и увеличения в разы количества игроков на этом рынке. Не переварит у нас рынок такое количество игроков", — пояснил Волин свою позицию (источник — URL: <https://ria.ru/20191106/1560635362.html> (21.11.19)).

13 ноября генеральный директор РТРС, президент Российской Академии Радио Андрей Романченко выступил с докладом "Стратегия развития индустрии радио в России" на IX Международной конференции "Радио в глобальной медиаконкуренции".

"Чтобы сохранить и укрепить рынки аудитории и доходов, нам нужно работать в трёх направлениях. Необходимо развивать продукты для повышения контентной конкурентоспособности на рынке СМИ. Нужно наращивать аудиторию за счёт качественного технологического присутствия в цифровых средах. И, наконец, развивать новые клиентские сервисы, технологичность планирования и размещения радиорекламы", — сказал Андрей Романченко.

По его словам, академия ждёт от государства непосредственного участия в регулировании отрасли. Прежде всего, нужно законодательно определить термин "радио" и ограничить возможности его использования онлайн-сервисами, которые не соответствуют определению.

Важной темой доклада стало создание индустриальной радиоплатформы RADIOPLAYER.RU — агрегатора всех лицензированных радиостанций России. Ожидается, что агрегатор поможет сформировать единую для потребителя точку входа в онлайн и в цифровые автомобильные системы.

Конференция собрала 200 профессионалов радиоиндустрии из России и из пяти зарубежных стран: Австралии, Белоруссии, Великобритании, Герма-

нии и Узбекистана (источник — URL: <https://moscow.rtrs.ru/press/news/andrey-romanchenko-predstavil-strategiyu-razvitiya-industrii-radio/> (21.11.19)).

**АДЫГЕЯ.** ГТРК "Адыгея" в зимнем сезоне транслирует программы инновационные на коротких волнах по следующему расписанию:

по понедельникам — с 18.00 до 19.00 на адыгейском, арабском и турецком языках;

по пятницам — с 18.00 до 19.00 на адыгейском языке;

по воскресеньям — с 19.00 до 20.00 на адыгейском языке.

Всё вещание ведётся на частоте 6000 кГц, мощность передатчика — 100 кВт, азимут — 188 градусов. Послушать эти передачи на сайте можно, пройдя по ссылке <http://www.adygtv.ru/programs/radio-inoveshchanie/broadcasted/> (21.11.19)).

**АМУРСКАЯ ОБЛ.** "Амурский областной радиотелевизионный передающий центр" сообщает о начале вещания радиостанции "Радио России" с 15 ноября на частоте 107,1 МГц в пос. Невер и прилегающих к нему территориях.

В декабре 2019 г. планируется запуск вещания радиостанции "Радио России" в двух населённых пунктах: на частоте 106,2 МГц — в г. Тынде, на частоте 103,4 МГц — в г. Зее.

Кроме того, с 25 октября на частоте 107,3 МГц ведётся вещание радиостанции "Вести FM" в г. Благовещенске (источник — URL: <https://asn24.ru/news/society/70241/> (21.11.19)).

**БАШКОРТОСТАН.** В последних числах октября состоялся запуск вещания радиостанции Energy в очередном городе Республики Башкортостан. На частоте 102,8 МГц станция зазвучала в г. Бирске. Он стал седьмым городом республики, где вещает эта радиостанция.

Energy уже успела зарекомендовать себя на медиарынке Башкирии — более четырёх лет она работает в городах Уфа (частота вещания — 88,2 МГц), Салават и Стерлитамак (частота вещания — 107,7 МГц). С 2018 г. она звучит в г. Сибее (частота вещания — 98 МГц) и в г. Учалы (частота вещания — 106,2 МГц), а в июле этого года эту станцию услышали жители г. Нефтекамска (частота вещания — 105,8 МГц) (источник — URL: <http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/17783> (21.11.19)).

**ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ.** ПАО "Ростелеком" проинформировал о прекращении трансляции программ "Радио России" в г. Гусь-Хрустальный с 1 ноября 2019 г. С этого момента ФГУП РТРС организует трансляции программ "Радио России" своими средствами. Наладить сигнал программы радиослушатели могут теперь (орфография источника сохранена) на частотах 106 МГц и 106,1 МГц (источник — URL: <http://gusadmin.ru/news/news.php?ID=57241> (21.11.19)).

**ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ.** Религиозная радиостанция "Радио ВЕРА" 13 ноября начала вещание в эфире г. Вологды на частоте 96 МГц (источник — URL: [https://vk.com/radio\\_vera?w=wall-51326921\\_20020](https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_20020) (21.11.19)).

"Радио России" постепенно переводит вещание в диапазон ССIR (87,5...108 МГц). Специалисты работают в сёлах Верховажье и Сямже. Здесь будут установлены передатчики, в том числе для трансляции радиопередач из вологодской студии. Таким образом, для приёма сигнала "Радио России" необходимо перенастроить приёмники. Частота передачи в Верховажье — 103,2 МГц, в Сямже — 101,8 МГц (источник — URL: [https://vesti35.pf/video/2019/10/24/\\_radio\\_rossii\\_postepennoperehodyt\\_v\\_zonu\\_fm\\_chastot](https://vesti35.pf/video/2019/10/24/_radio_rossii_postepennoperehodyt_v_zonu_fm_chastot) (21.11.19)).

Радиостанция "Новое радио" с 18 ноября появилась в эфире г. Вологды на частоте 95,5 МГц (источник — URL: [https://vk.com/newradiologda?w=wall-187940651\\_32](https://vk.com/newradiologda?w=wall-187940651_32) (21.11.19)).

**КАРЕЛИЯ.** Радиостанция "Радио родных дорог" в конце октября начала вещание в г. Петрозаводске. Жители города северного сияния и белых ночей теперь тоже могут слушать главные песни большой страны на частоте 99,6 МГц (источник — URL: [https://vk.com/radiord?w=wall-143202128\\_12658](https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_12658) (21.11.19)).

**КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ.** Радиостанция "Rock'n'roll FM" (слоган — "Первое мужское") продолжает расширять географию своего вещания. С 13 ноября её можно слушать в г. Анапе на частоте 87,9 МГц (источник — URL: [https://vk.com/id474645304?w=wall474645304\\_852](https://vk.com/id474645304?w=wall474645304_852) (21.11.19)).

11 ноября в эфире г. Армавира появилась радиостанция "Маруся FM" ("Marusya FM") на частоте 99,3 МГц, а 8 ноября — в г. Анапе на частоте 88,3 МГц (источники — URL: [https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334\\_7730](https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_7730) и [https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334\\_7644](https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_7644) (21.11.19)).

Радиостанция "Новое радио" с 18 ноября начала работу в г. Тихорецке на частоте 89,9 МГц (источник — URL: [https://vk.com/newradio?w=wall-106042931\\_665405](https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_665405) (21.11.19)).

**КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ.** К сети вещания радиостанции "Радио Дача" в начале октября присоединилось с. Ермаковское, частота вещания — 101,5 МГц (источник — URL: <http://www.krutoymedia.ru/news/6632.htm> (21.11.19)).

**ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** 16 ноября епископ Выборгский и Приозерский Игнатий и руководитель радио "Град Петров" протоиерей Александр Степанов подписали соглашение о сотрудничестве между Выборгской епархией и радиостанцией "Град Петров" — первой православной радиостанцией, которая начала своё вещание в г. Выборге. Её можно услышать на частоте 102,3 МГц.

Выборжане и жители окрестностей Выборга услышат новости и передачи о культуре и общественной жизни, истории, богословии и философии. Радио-





## Молодёжный кубок А. С. Попова — 2019 год

С 2016 г. эти соревнования проводятся в ранге официальных. В 2019 г. они также были включены в единый план всероссийских мероприятий (спортивная дисциплина радиосвязь на КВ — телефон 1450061811Я, номер-код ЕКП Минспорта России — 34400). В них приняли участие 140 спортсменов (из них — 111 юношей и 39 девушек), 64 радиостанции (представили отчёты — 63; из них в зачёт — 47). Среди участников — два мастера спорта, 28 кандидатов в мастера спорта, 36 имеют первый спортивный разряд, семь — второй спортивный разряд, 13 — третий спортивный разряд, семь — первый юношеский спортивный разряд, три — второй юношеский спортивный разряд, четыре — третий юношеский спортивный разряд.

В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" участвовали представители 39 субъектов Российской Федерации из восьми федеральных округов.

В индивидуальном зачёте (вид программы SO — радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны) первое место заняла Анастасия Калашникова (UB6HPM) из пос. Горячеводский Ставропольского края. Её тренирует Валерий Самуилович Бессарабенко (R6FB). На втором месте — Арина Берлянская (RM5D) из г. Истры Можовской обл., тренер — Андрей Владиславович Берлянский (RW3DU). Третий результат показала Алина Лихоманова из г. Черепаново Новосибирской обл., работающая позывным RZ9OWN с коллективной радиостанции МКОУ СОШ № 4, её тренер — Андрей Геннадьевич Лихоманов (UA9OSB).



Анастасия Калашникова (UB6HPM) — победитель в индивидуальном зачёте.



Коллектив радиостанции ROAK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края (слева—направо): Антон Братчиков, Григорий Аникин (ROAI), Артём Васюк, Александр Иванович Смахтин (ROAA), Степан Куцук, Андрей Толщин.



*Команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 из пос. Колосистый Краснодарского края (слева—направо): Константин Мирошниченко, Алиса Гулак, Елизавета Еремеева.*

В 2019 г., как и в предыдущие годы, команды коллективных радиостанций были разделены на три возрастные группы: радиостанции с двумя или тремя участниками в возрасте до 13 лет, с двумя или тремя участниками в возрасте до 15 лет и с двумя или тремя участниками в возрасте до 19 лет.

Среди команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет на первое место, как и в прошлом году, вышел коллектив радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края. В составе этой команды выступали Владислав Ермолович (R0A-12), Матвей Коновалов (R0A-9) и Максим Нестеренко (R0A-10). Тренирует команду Пётр Петрович Бобровский (RX0AE). На втором месте в этой группе — команда радиостанции RK4W Дворца детского (юношеского) творчества из г. Ижевска в составе Захара Грибкова, Владислава Друга и Тимофея Блинова. Тренер команды — Павел Анатольевич Коробко (RX4WX). Третье место заняла команда радиостанции RC1O Дома детского творчества из г. Коряжма Архангельской обл., за которую выступали Ярослав Бертов, Даниил Кутилов и Максим Прусаков. Тренер команды — Сергей Михайлович Куку (UA1ORK).

В возрастной группе операторов до 15 лет победу одержала команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 из пос. Колосистый Краснодарского края, в её составе выступали Константин Мирошниченко, Алиса Гулак и Елизавета Еремеева. Тренер команды — Анатолий Иванович Терещенко (R7BC). В прошлогодних соревнованиях эта команда была третьей. Второе место заняла команда R9GM из г. Березняки Пермского края в составе Дмитрия Набокина, Андрея Сягина (UB8FAY) и Артёма Буторина (UB8FAZ). Тренер команды — Михаил Вячеславович Набокин (R9GM). На третьем месте в этой группе — команда радиостанции RK6HWP МБУДО "Центр детского технического творчества" г. Изобильный Ставропольского края. В составе ко-



*Максим Нестеренко (R0A-10), 11 лет, в соревнованиях "Кубок им. А. С. Попова" выполнил норматив первого взрослого разряда.*

манды выступали Игорь Зайцев, Арина Мясоедова (R6H-105) и Андрей Селин. Тренирует команду Леонид Иванович Бычков (RA6FPW).

В "старшей" возрастной группе (до 19 лет) среди коллективных радиостанций, как и в прошлогодних соревнова-

ниях, первенствовала команда R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края. В составе этой команды выступали Григорий Аникин (R0AI) и Анастасия Дорохова. Готовил команду к соревнованиям Александр Иванович Смахтин (R0AA). Второе место у "старшеклассников" заняла команда радиостанции ГБОУ ДО "Малая Академия наук "Искатель" УСБК (г. Симферополь, Республика Крым), за которую выступали Арина Кузьмичёва (R7KCSX), Анна Потапова (R7K-017) и Владимир Кулиш (R7K-014). Тренер этой команды — Константин Валентинович Ернев (RX7K). На третьем месте в этой группе — команда RD8U МБОУ ДО "Центр детского творчества" из пгт Яя Кемеровской области, выступавшая в составе Андрея Шестакова, Виктории Харченко (UB9UXJ) и Евгении Шнайдер. Тренирует команду Виктор Александрович Сидельцев (RZ9UF).

Победители в трёх возрастных группах коллективных радиостанций и в индивидуальном зачёте будут награждены кубками, а занявшие вторые и третьи места — плакетками.

В общем зачёте среди спортивных команд субъектов РФ, как и в прошлом году, первенствовала команда Красноярского края. Второе и третье места поделили команды Краснодарского и Пермского краёв.

По результатам соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" выполнили норматив кандидата в мастера спорта 22 спортсмена, первый спортивный разряд — 33, второй спортивный разряд — 12, третий спортивный разряд — 23, второй юношеский спортивный разряд — шесть.

Вне зачёта в этих соревнованиях приняли участие спортсмены старше 19 лет. В группе индивидуальных радиостанций первенствовал Илья Кузьмин (RT3T) из г. Павлово Нижегородской обл. На втором месте — Владимир Малеев (R3AAA) из Москвы. Третье место в этой группе занял Евгений Сазонов (RW3FB) из г. Ивanteeвка Московской обл.



На радиостанции RWOA (верхний ряд слева—направо): Виктор Глухов, Пётр Петрович Бобровский (RX0AE), Кирилл Ушкалов (UB0ALM); (второй ряд слева—направо): Владислав Ермолович (R0A-12), Матвей Коновалов (R0A-9), Максим Нестеренко (R0A-10).

SINGLE-OP					MULTI-OP-15					MULTI-OP-19					MULTI-OP-13								
1	UB6HPM	146	438	30	468	1	R6BW	177	531	30	561	1	R0AK	192	576	30	606	1	RK0AZC	172	516	30	546
2	RM5D	141	423	30	453	2	R9GM	170	510	30	540	2	UC6K	185	555	20	575	2	RK4W	164	492	30	522
3	RZ9OWN	110	330	20	350	3	RK6HWP	125	375	30	405	3	RD8U	173	519	30	549	3	RC1O	126	378	30	408
4	UB4YCE	46	138	20	158	4	RY4A	120	360	30	390	4	RM5A	165	495	30	525	4	RO9T	127	381	20	401
5	RA9FWB	44	132	20	152	5	RN9T	111	333	20	353	5	RT5G	127	381	30	411	5	RZ4XP	67	201	20	221
6	RY9FAA	13	39	20	59	6	RK3DXW	96	288	20	308	6	RK9CYA	121	363	20	383	6	RO5F	67	201	20	221
						7	RC1AM	88	264	30	294	7	UA0CDX	123	369	10	379	7	UG5R	56	168	30	198
						8	RZ3DZI	73	219	20	239	8	RM9A	114	342	20	362						
						9	RK3IXB	69	207	20	227	9	RN3T	105	315	20	335						
						10	RY6AAC	62	186	30	216	10	R6CF	95	285	30	315						
						11	RC9MAA	65	195	20	215	11	RC9FC	98	294	20	314						
						12	RT4S	57	171	20	191	12	RZ1AWD	81	243	20	263						
						13	RA5AW	33	99	20	119	13	R3MAI	65	195	20	215						
						14	RM3ZF	21	63	20	83	14	UD6AAO	45	135	30	165						
												15	R4CGW	41	123	10	133						

OM SINGLE-OP					
1	RT3T	146	438	30	468
2	R3AAA	97	291	30	321
3	RW3FB	98	294	20	314
4	UA9SMU	83	249	10	259
5	RA0AY	45	135	30	165
6	RW0AJ	44	132	30	162
7	RO3F	28	84	20	104
8	RA7R	23	69	20	89

SWL					
1	R6H-105	17	45	0	45
2	RZ5Z/SWL	5	15	20	35
3	R6H-107	11	29	0	29
4	R1A-426	17	29	0	29
5	R6H-111	9	23	0	23
6	R6H-104	8	20	0	20
7	R6H-110	6	14	0	14

Иностранные участники OM MULTI-OP					
1	D1CTT	21	63	20	83

В группе наблюдателей на первом месте — Арина Мясоедова (R6H-105) из г. Изобильный Ставропольского края. Второе место занял Никита Герасименко (RZ5Z/SWL) из г. Старый Оскол Белгородской обл. На третьем месте — Кирилл Касьян (R6H-107) из г. Изобильный Ставропольского края.

Среди иностранных участников в соревнованиях приняла коллективная

радиостанция Донецкого республиканского центра технического творчества D1CTT. Она оказалась единственной в этой группе. В составе команды — Борислав Саган, Тимур Лепилов и Александр Порвин.

Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, число подтверждённых связей, число очков за подтверждённые связи, число очков

за подтверждённые страны, итоговый результат. Полные технические результаты можно посмотреть по адресу [http://www.radio.ru/cq/contest/result/y\\_popov\\_cup\\_2019\\_tab\\_site.pdf](http://www.radio.ru/cq/contest/result/y_popov_cup_2019_tab_site.pdf) на сайте журнала "Радио", а также по адресу <https://srr.ru/wp-content/uploads/2019/11/Protokol-GSK-Kubok-Popova-2019.pdf> на сайте Союза радиолюбителей России.