Результаты тестирования производительности микропроцессора BE-M1000

История изменений

Версия	Дата	Описание
1.00	01.04.2021	Начальная версия
1.01	26.11.2021	Скорректированы значения в результатах тестов SPEC CPU® 2017

Содержание

1 ВВЕДЕНИЕ 2
2 ОБОРУДОВАНИЕ 2
3 ПРОГРАММНОЕ ОКРУЖЕНИЕ 3
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ BE-M1000 4
5 РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ SPEC CPU® 2006 7
5.1 Тестовые задачи CINT2006 7
5.2 Тестовые задачи CFP2006 9
6 РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ SPEC CPU® 2017 11
6.1 Тестовые задачи CINT2017 11
6.2 Тестовые задачи CFP2017 13
7 ЖУРНАЛЫ ЗАПУСКА ТЕСТОВ 15
7.1 CoreMark 15
7.2 Dhrystone 15
7.3 Whetstone 16
7.4 STREAM 17
7.5 HPLinpack 2.3 17
7.6 LMbench 18
7.7 glmark2 19
7.8 Phoronix Test Suite 20
7.9 7-Zip benchmark 22
7.10 pgbench for PostgreSQL 23
7.11 Octane 2.0 24
7.12 sunspider-1.0.2 24
8 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 25
8.1 Описания тестовых задач Phoronix Test Suite 25
8.2 Настройки тестов SPEC CPU 2006 25
8.3 Настройки тестов SPEC CPU 2017 26

Список таблиц

Таблица 2-1 Оборудование 2
Таблица 2-2 Основные характеристики микропроцессора BE-M1000 2
Таблица 3-1 Программное окружение 3
Таблица 4-1 Результаты тестирования производительности BE-M1000 4
Таблица 5-1 Тестовые задачи CINT2006 7
Таблица 5-2 Тестовые задачи CFP2006 9
Таблица 6-1 Тестовые задачи CINT2017 11
Таблица 6-2 Тестовые задачи CFP2017 13
Таблица 8-1 Тестовые задачи Phoronix Test Suite 25

1 Введение

Производительность микропроцессора BE-M1000 оценивается по следующим пунктам:

- производительность CPU на целочисленных операциях и операциях с плавающей запятой
- пропускная способность и время доступа памяти
- производительность GPU
- эффективность работы веб-браузера (JavaScript)
- комплексные и прикладные тесты производительности.

Поскольку большая часть тестов поддерживает многопоточность, в них для оценки производительности микропроцессора используются все 8 вычислительных ядер.

2 Оборудование

Следующая таблица описывает оборудование, на котором проводились тесты производительности.

Таблица 2-1 Оборудование

Тип	Модель
Плата	MB-M1.0 (форм-фактор Mini-ITX)
Процессор	BE-M1000
Память	Два модуля памяти Crucial 16 GB DDR4 2400 MHz UDIMM Memory Module (CT16G4DFD824A)
Диск	SATA-III Samsung SSD 860 PRO 256 GB
Блок питания	Corsair VS350

Таблица 2-2 Основные характеристики микропроцессора BE-M1000

Характеристика	Значение
Технологический процесс	28 нм
Количество кластеров Arm® Cortex™-A57	4
Общее количество ядер	8
Количество потоков	8
Тактовая частота ядер при тестировании	1,5 ГГц
Расчётная пиковая производительность вычислений с плавающей запятой для одинарной точности	96 GFLOPS
Расчётная пиковая производительность вычислений с плавающей запятой для двойной точности	48 GFLOPS
Кэш первого уровня L1 (в каждом ядре): L1_I, L1_D	48 КБ, 32 КБ
Кэш второго уровня L2 (в каждом кластере)	1 МБ
Кэш третьего уровня L3 (на системной шине)	8 МБ
Количество каналов оперативной памяти DDR4-2400	2
Максимальный объём оперативной памяти	128 ГБ
Количество кластеров Arm Mali™-T628 GPU	2
Общее количество шейдерных ядер GPU	8
Количество потоков GPU	8
Тактовая частота GPU при тестировании	0,75 ГГц
Расчётная пиковая производительность GPU для 32-разрядных операций с плавающей запятой	83,2 GFLOPS
Потребляемая энергия	< 35 Вт

3 Программное окружение

Следующая таблица описывает программное окружение, которое использовалось для запуска тестов производительности.

Таблица 3-1 Программное окружение

Тип	Версия
Операционная система	Debian Bullseye GNU/Linux 4.9.241-baikal_m1000, SDK-4.4
Компилятор	GCC 10.2
Библиотека MPI	Open MPI 4.0.5 (см. Open MPI: Open Source High Performance Computing)
Драйвер GPU	ARM Mali-T628 OpenGL ES 3.1 v1.r26p0-01rel
Веб-браузер	Chromium 83.0.4103.116
Среда рабочего стола	Wayland Weston 5.0.0
Библиотеки линейной алгебры для теста HPLinpack 2.3	Пробная версия пакета Arm C/C++/Fortran Compiler and Performance Libraries 19.0 (см. Arm Performance Libraries)

4 Результаты тестов производительности BE-M1000

В приведённой ниже таблице описываются тесты производительности микропроцессора и результаты их выполнения. Подробная информация по запускам тестов приведена в разделе «Журналы запуска тестов».

Таблица 4-1 Результаты тестирования производительности BE-M1000

Название теста производительности	Единица измерения	Значение
CoreMark® (https://www.eembc.org/coremark/scores.php) Синтетический тест производительности целочисленной арифметики. Содержит реализации следующих алгоритмов: • обработка связных списков (поиск и сортировка), • обработка матриц (несколько матричных операций), • машина состояний (определение, что входной символьный поток содержит действительные числа в десятичной записи), • подсчет суммы CRC. *• Open source • Multithreading • Integer performance*	CoreMark, all cores	66 195
	CoreMark / MHz	44,13
	CoreMark / MHz / core	5,52
Dhrystone (http://www.roylongbottom.org.uk/dhrystone%20results.htm) Синтетический тест производительности целочисленной арифметики. Выдаёт результат в количестве итераций в секунду, который приводят к DMIPS (от Dhrystone MIPS) путём деления на 1757 (результат Dhrystone/s для компьютера VAX 11/780, то есть номинальной машине с 1 DMIPS). Устаревший тест, постепенно заменяется тестом CoreMark. *• Open source • Integer performance*	VAX MIPS	8 759
	DMIPS / MHz	5,84
Whetstone (http://www.roylongbottom.org.uk/whetstone.htm) Тестируется выполнение арифметических операций с плавающей запятой, вызовов функций, присваиваний, работы с числами с фиксированной запятой, ветвлений. Наиболее сложный цикл, который исполняется от 30 до 50% времени теста, производит вычисления с плавающей запятой. Результат приводится в Millions of Whetstone Instructions Per Second (MWIPS). Устаревший тест, постепенно заменяется тестом CoreMark. *• Open source • Multithreading • Floating-point performance (double precision)*	MWIPS	16 477
	MWIPS / MHz	10,98
	MWIPS / MHz / core	1,37
STREAM (http://www.cs.virginia.edu/stream/, http://ssvb.github.io/2011/09/13/origenboard-memory-performance.html) Измеряет скорость передачи данных (МБ/сек) для простых операций: копирование (COPY), масштабирование (SCALE), сложение (SUM) и сложение с умножением на скаляр (TRIAD). *• Open source • Multithreading*	Copy, 1 thread, MB/s	4 306
	Copy, all cores, MB/s	13 870
HPLinpack 2.3 (http://www.netlib.org/benchmark/hpl/, http://top500.org) Тест производительности компьютеров при обработке чисел с плавающей запятой (двойная точность). Измеряется скорость решения компьютером плотной системы линейных уравнений (СЛАУ) `Ax=b`, где A является матрицей размера n на n. Используется для составления рейтинга TOP500, в котором перечислены самые высокопроизводительные суперкомпьютеры в мире. *• Open source • Parallel • Floating-point performance (Double precision)*	All cores, GFLOPs	38,041
	Efficiency percent	79,25

LMbench (http://lmbench.sourceforge.net/) Пакет тестов для оценки производительности систем. Позволяет оценить пропускную способность и задержку чтения данных для всей иерархии памяти, включая кэши уровней L1, L2 и L3. • *Open source* • *Memory latency*	L1, ns	2,68
	L2, ns	7,54
	L3, ns	15,95
	Mem, ns	28,69
	L1, cycles	4
	L2, cycles	11
	L3, cycles	24
	Mem, cycles	43
glmark2 (https://github.com/glmark2) Тест производительности графического процессора для OpenGL ES. `glmark2-es-wayland --size 1280x1024` • *Open source* • *GPU performance*	glmark2 Score	551
Phoronix Test Suite (https://www.phoronix-test-suite.com) Комплекс тестов для определения характеристик используемого аппаратного и программного обеспечения. В программу тестирования включены: • **SQLite 3.30.1:** **Threads / Copies: 1** Seconds < Lower Is Better • **RAMspeed SMP 3.5.0:** **Copy - Benchmark: Floating Point** MB/s > Higher Is Better • **OpenSSL 1.1.1:** **RSA 4096-bit Performance** Signs Per Second > Higher Is Better • **PyBench 2018-02-16:** **Total For Average Test Times** Milliseconds < Lower Is Better • **PHPBench 0.8.1:** **PHP Benchmark Suite** Score > Higher Is Better • *Open source* • *Multithreading*	SQLite 3.30.1 / sec	38,18
	RAMspeed SMP 3.5.0 / MB/s	7 841
	OpenSSL 1.1.1 / sps	188
	PyBench 2018-02-16 / ms	4 714
	PHPBench 0.8.1	149 993
7-Zip benchmark (https://www.7-cpu.com/) Скорость сжатия и распаковки при помощи архиватора 7-zip. Скорость сжатия сильно зависит от задержки памяти (RAM), а также размера и скорости кэша. Скорость распаковки сильно зависит от скорости выполнения целочисленных операций. Наиболее важные факторы - это штраф за неверное предсказание ветвления (обусловленное длиной конвейера) и задержки выполнения 32-битных инструкций ("multiply", "shift", "add" и др.). Тест поддерживает многопоточность. • *Open source* • *Multithreading*	Compress, 1 core, AVR MIPS	1 398
	Compress, all cores, AVR MIPS	9 064
	Decompress, 1 core, AVR MIPS	1 522
	Decompress, all cores, AVR MIPS	11 557
pgbench for PostgreSQL (https://www.postgresql.org/docs/10/pgbench.html) `pgbench -c N -j N -t 10000` Тестирует производительность работы с базой данных PostgreSQL. Многократно выполняет последовательность команд в параллельных сеансах базы данных, а затем вычисляет среднюю скорость транзакций (число транзакций в секунду, TPS). По умолчанию pgbench тестирует сценарий, примерно соответствующий TPC-B, который состоит из команд SELECT, UPDATE и INSERT в одной транзакции. • *Open source* • *Multithreading*	N = 4, AVR TPS	1 031
	N = 100, AVR TPS	3 181

Octane 2.0 (http://chromium.github.io/octane/) Оценка производительности при выполнении реалистичных сценариев, встречающихся в существующих веб-проектах и JS-библиотеках. В состав входят: • тесты на основе JS-компилятора Typescript и библиотеки zlib (компрессия данных) • Box2DWeb - тест на основе порта одноимённого популярного физического 2D-движка, используемого во многих веб-играх и симуляторах • Mandreel - тест на основе порта 3D-движка Bullet, изначально написанного на C++, но преобразованного в JavaScript с использованием компилятора Mandreel, который часто используется производителями веб-игр • Pdf.js - тест скорости декодирования PDF • GB Emulator - тест на основе проекта GameBoy-Online, в рамках которого развивается эмулятор игровой платформы GameBoy • CodeLoad - тест, измеряющий скорость инициализации и выполнения кода популярных JS-библиотек (Closure, jQuery) • *Web-browser performance*	Octane / Score, Higher Is Better	8 253
sunspider-1.0.2 (https://www.webkit.org/perf/sunspider/versions.html) Набор тестов для измерения производительности выполнения JavaScript на задачах, близких к использованию в реальном мире. Включены такие тесты, как создание TagCloud из JSON-данных, 3D Raytracer, тесты криптографии, код декомпрессии и многие другие. Выходной результат выражается во времени, затраченном на прохождение набора тестов. Чем меньше время выполнения тестового пакета, тем выше производительность JavaScript-движка браузера. • *Web-browser performance*	Total, ms (lower - better)	977
SPEC CPU® 2006 (https://www.spec.org/cpu2006/results/) Включает в себя два вида наборов вычислительных тестовых приложений. Первый из них (CINT2006) измеряет производительность системы при выполнении целочисленных вычислительных задач, второй (CFP2006) - при исполнении кода вычислительных задач, оперирующих с вещественными числами. Набор CINT2006 состоит из 12 тестов, основанных на коде реальных приложений и написанных на языках C и C++, тогда как набор CFP2006 состоит из 17 приложений, написанных на C, C++ и различных версиях стандарта языка Fortran, а также смешанном коде C/Fortran. Результаты выполнения тестовых задач SPEC CPU 2006 • *Multithreading* • *Floating-point performance* • *Integer performance*	1 core, INT	9,2
	1 core, FP	9,0
	All cores, INT rate	56,7
	All cores, FP rate	55,7
SPEC CPU® 2017 (https://www.spec.org/cpu2017/results/) Набор тестовых задач с интенсивными вычислениями, в которых результат в основном зависит от производительности процессора и всей иерархии памяти, включая кэши, а также скорости компиляторов C, C ++ и Fortran с учетом оптимизаторов. Данный набор тестов не предназначен для нагрузки на другие компоненты компьютера, такие как сеть, графика, библиотеки Java или система ввода-вывода. Результаты выполнения тестовых задач SPEC CPU 2017 • *Multithreading* • *Floating-point performance* • *Integer performance*	1 core, INT	1,15
	1 core, FP	1.29
	All cores, INT rate	7.92
	All cores, FP rate	8,01

5 Результаты выполнения тестовых задач SPEC CPU® 2006

5.1 Тестовые задачи CINT2006

В следующей таблице приведены описания задач целочисленной арифметики из комплекса **SPEC CPU® 2006**, а также результаты их выполнения.

В столбце «**int**» данной таблицы показаны результаты выполнения задач на одном ядре процессора, а в столбце «**int rate**» - на всех ядрах.

Таблица 5-1 Тестовые задачи CINT2006

Название задачи	Язык	Описание	int	int rate
400.perlbench	C	**Язык программирования PERL.** Представляет собой усечённую версию популярного скриптового языка Perl v5.8.7 (в частности, удалено большинство функций, зависящих от типа ОС).	9,5	69,1
401.bzip2	C	**Сжатие данных.** Задача основана на версии 1.0.3 упаковщика данных bzip2. Отсутствуют операции файлового ввода-вывода (за исключением считывания входных данных), все операции упаковки/распаковки данных производятся в оперативной памяти с целью минимизации влияния дисковой подсистемы.	7,3	43,5
403.gcc	C	**Оптимизирующий компилятор языка C.** Задача основана на версии 3.2 компилятора gcc, создает оптимизированный код для процессора AMD Opteron. С целью увеличения времени анализа исходного кода и количества используемой оперативной памяти (согласно требованиям SPEC CPU2006) несколько изменена эвристика автоматического встраивания кода функций, направленная на inline-подстановку большего числа функций по сравнению с оригинальным компилятором gcc.	8,5	48,4
429.mcf	C	**Комбинаторная оптимизация, решение задачи планировки перевозок.** Задача основана на программе MCF для планировки времени отправления транспорта из единого депо.	6,4	35,9
445.gobmk	C	**Искусственный интеллект, игра Го.** Процессор команд и анализатор позиций игры Го.	8,7	65,4
456.hmmer	C	**Поиск последовательности гена в базе данных.** Программа использует статистические модели множественного выравнивания последовательностей генов - Profile Hidden Markov Models (HMMs) для поиска паттернов в последовательности ДНК.	15,8	119,3
458.sjeng	C	**Искусственный интеллект, шахматы.** Задача основана на свободно распространяемой программе Sjeng 11.2, в которой реализовано несколько вариантов игры в шахматы.	8,4	64,6
462.libquantum	C99	**Физика, квантовые вычисления.** Задача использует библиотеку libquantum, предназначенную для симуляции квантового компьютера.	16,5	56,8
464.h264ref	C	**Сжатие видеопотока.** Задача представляет собой стандартную реализацию кодека H.264/AVC (Advanced Video Coding).	14,1	107,2
471.omnetpp	C++	**Симуляция дискретных событий.** Программа основана на системе симуляции дискретных событий OMNeT++ (для симуляции большой сети Ethernet) и использует общедоступную модель сети Ethernet.	5,4	31,3
473.astar	C++	**Алгоритмы поиска пути.** Задача основана на портируемой библиотеке двумерного поиска пути, применяемой в задачах искусственного интеллекта в компьютерных играх.	7,4	46,0

483.xalancbmk	C++	**Процессор языка XML.** Модифицированная версия Xalan-C++ - процессора XSLT для преобразования документов XML в HTML, текстовые документы и документы XML других типов.	9,4	47,7
SPEC CINT2006			**9,2**	**56,7**

На приведённой ниже диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CINT2006 на одном ядре процессора.

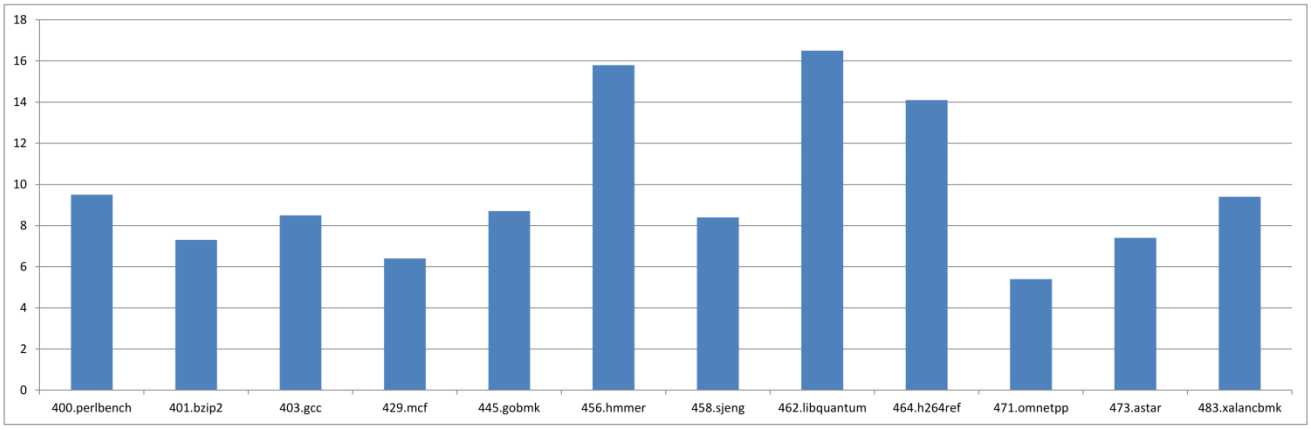

Рисунок 5-1 Результаты CINT2006 для одного ядра

На следующей диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CINT2006 на всех ядрах процессора.

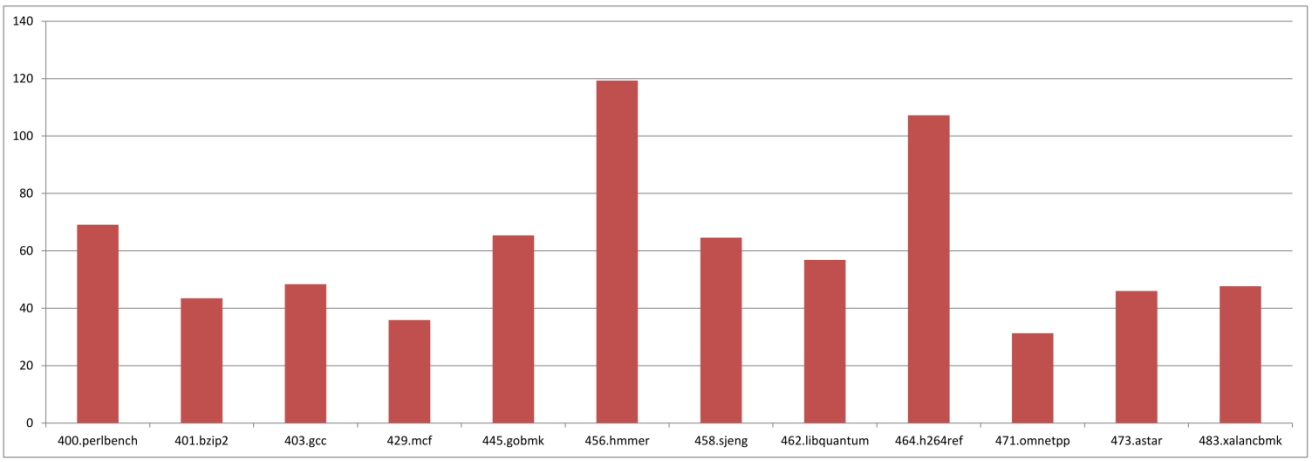

Рисунок 5-2 Результаты CINT2006 для всех ядер BE-M1000

5.2 Тестовые задачи CFP2006

В следующей таблице приведены описания задач, использующих арифметику с плавающей запятой, из комплекса **SPEC CPU® 2006**, а также результаты их выполнения.

В столбце «**fp**» данной таблицы показаны результаты выполнения задач на одном ядре процессора, а в столбце «**fp rate**» - на всех ядрах.

Таблица 5-2 Тестовые задачи CFP2006

Название задачи	Язык	Описание	fp	fp rate
410.bwaves	Fortran-77	**Вычислительная гидрогазодинамика.** Программа численного решения задачи распространения взрывной волны в трёхмерном пространстве в переходном околозвуковом ламинарном вязком потоке.	7,9	49,6
416.gamess	Fortran	**Квантово-химические расчёты.** Задача основана на программе GAMESS, позволяющей рассчитывать широкий круг квантово-химических задач.	9,4	73,6
433.milc	C	**Физика, квантовая хромодинамика.** Задача основана на последовательной (однопроцессорной) версии программы su3imp, применяемой для симуляции поведения фундаментальных составляющих материи — кварков и глюонов согласно теории калибровочных полей.	7,0	43,8
434.zeusmp	Fortran-77	**Физика, магнитогидродинамика.** Программа основана на ZEUS-MP, ядре вычислительной гидрогазодинамики для симуляции астрофизических явлений.	7,1	49,9
435.gromacs	C/Fortran	**Биохимия, молекулярная динамика.** Задача основана на многоцелевом пакете молекулярной динамики GROMACS, осуществляющем решение уравнений движения Ньютона для систем, состоящих из большого числа частиц (от сотен до миллионов).	8,7	65,3
436.cactusADM	C/Fortran-90	**Физика, общая теория относительности.** Представляет собой комбинацию свободно распространяемой среды решения задач Cactus и вычислительного ядра BenchADM, применяемого в численных задачах общей теории относительности.	7,2	47,8
437.leslie3d	Fortran-90	**Вычислительная гидрогазодинамика.** Задача основана на программе вычислительной гидрогазодинамики LESlie3d, применяемой для изучения широкого спектра явлений турбулентности.	7,0	38,4
444.namd	C++	**Структурная биология, классическая молекулярная динамика.** Задача представляет собой внутренний цикл вычисления межатомных взаимодействий параллельной программы симуляции больших биомолекулярных систем NAMD.	8,2	64,2
447.dealII	C++	**Анализ конечных элементов.** Задача использует библиотеку deal.II, направленную на решение уравнений в частных производных с помощью адаптивного метода конечных элементов и оценки ошибок.	15,3	94,2
450.soplex	C++	**Линейное программирование, оптимизация.** Задача основана на программе SoPlex Version 1.2.1 для решения линейных программ Симплекс-методом.	7,0	38,6
453.povray	C++	**Компьютерная визуализация, трассировка лучей.** Задача основана на популярном пакете визуализации изображений методом трассировки лучей POV-Ray.	10,9	86,0

454.calculix	C/Fortran-90	**Структурная механика.** Задача основана на бесплатной программе CalculiX для решения линейных и нелинейных трёхмерных задач структурной механики с помощью классической теории конечных элементов.	7,8	55,3
459.GemsFDTD	Fortran-90	**Вычислительная физика, электромагнетизм.** Программа решения уравнений Максвелла в трёхмерном пространстве с помощью метода конечных разностей временных интервалов (FDTD).	7,6	38,5
465.tonto	Fortran-95	**Квантовая кристаллография.** Программа основана на свободно распространяемом квантово-химическом пакете Tonto, адаптированном для решения кристаллографических задач.	12,7	81,6
470.lbm	C	**Вычислительная гидрогазодинамика.** Программа реализует так называемый «метод решёток Больцмана» (Lattice Boltzmann Method, LBM) для симуляции поведения несжимаемых текучих сред.	10,2	39,6
481.wrf	C/Fortran-90	**Предсказание погоды.** Программа основана на модели исследования и предсказания погоды (Weather Research and Forecasting, WRF), предназначенной как для практического предсказания погоды, так и теоретического исследования атмосферных явлений.	12,0	70,5
482.sphinx3	C	**Распознавание речи.** Задача основана на известной системе распознавания речи Sphinx-3.	12,0	50,9
SPEC CFP2006			**9,0**	**55,7**

На приведённой ниже диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CFP2006 на одном ядре процессора.

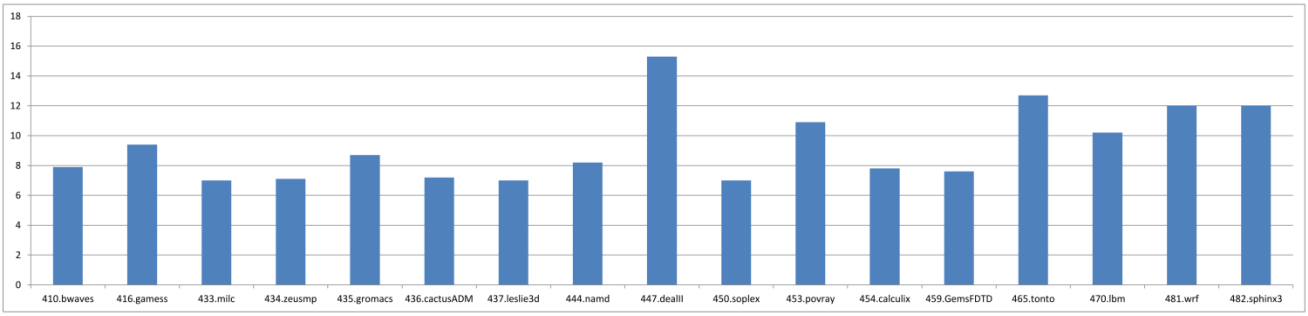

Рисунок 5-3 Результаты CFP2006 для одного ядра

На следующей диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CFP2006 на всех ядрах процессора.

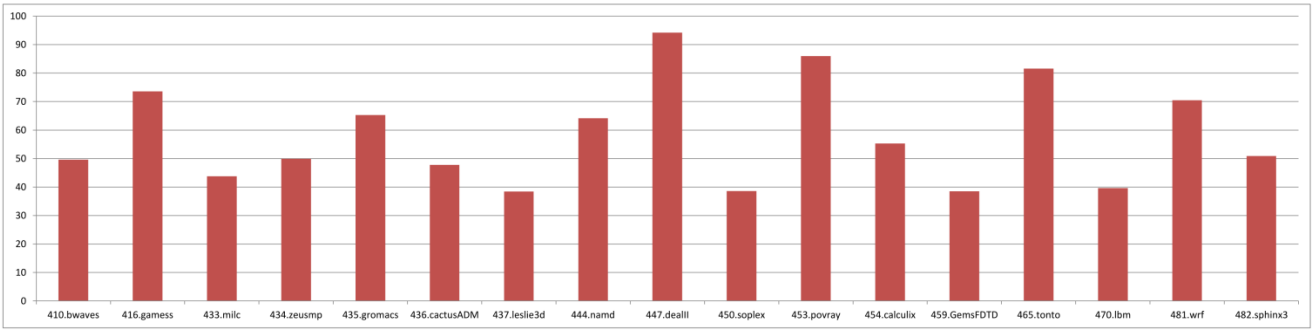

Рисунок 5-4 Результаты CFP2006 для всех ядер BE-M1000

6 Результаты выполнения тестовых задач SPEC CPU® 2017

6.1 Тестовые задачи CINT2017

В следующей таблице приведены описания задач целочисленной арифметики из комплекса **SPEC CPU® 2017**, а также результаты их выполнения.

В столбце «**int**» данной таблицы показаны результаты выполнения задач на одном ядре процессора, а в столбце «**int rate**» - на всех ядрах.

Таблица 6-1 Тестовые задачи CINT2017

Название задачи	Язык	Описание	int	int rate
500.perlbench_r	C	**Perl interpreter.** Представляет собой усечённую версию популярного скриптового языка Perl v5.20.1 (в частности, удалено большинство функций, зависящих от типа ОС).	1,07	7,60
502.gcc_r	C	**GNU C compiler.** Задача основана на GCC версии 4.5.0. Программа генерирует код для процессора IA32. Тест работает как компилятор со многими включёнными флагами оптимизации. Входными данными для теста являются файлы исходного кода C.	1,16	6,90
505.mcf_r	C	**Route planning.** Задача основана на программе MCF, используемой для составления расписания движения транспортных средств в общественном транспорте. Программа написана на C. В тестовой версии используется почти исключительно целочисленная арифметика.	1,17	5,99
520.omnetpp_r	C++	**Discrete Event simulation - computer network.** Программа выполняет моделирование дискретных событий в сети 10 Gb Ethernet, состоящей из шести магистральных коммутаторов, восьми небольших локальных сетей, двадцати средних локальных сетей и двенадцати крупных локальных сетей.	0,586	4,07
523.xalancbmk_r	C++	**XML to HTML conversion via XSLT.** Модифицированная версия Xalan-C++, процессора XSLT, написанного на переносимом подмножестве C++, производит преобразование XML-документа и таблицы стилей XSL в HTML.	0,765	4,67
525.x264_r	C	**Video compression.** Программа производит кодирование видеопотоков в формат H.264 / MPEG-4 AVC.	2,35	18,3
531.deepsjeng_r	C++	**Artificial Intelligence: alpha-beta tree search (Chess).** Программа основана на Deep Sjeng WC2008, чемпионе мира по компьютерным скоростным шахматам 2008 года. Тест пытается найти лучший ход с помощью комбинации поиска в альфа-бета-дереве, расширенного упорядочивания ходов, позиционной оценки и эвристического прямого отсечения.	1,28	10,1
541.leela_r	C++	**Artificial Intelligence: Monte Carlo tree search (Go).** Программа основана на движке для игры в Го, в котором используется оценка позиции на основе метода Монте-Карло, выборочный поиск по дереву на основе алгоритма верхнего доверительного интервала (UCB) и оценка хода на основе рейтингов Эло.	1,38	10,8
548.exchange2_r	Fortran	**Artificial Intelligence: recursive solution generator (Sudoku).** Задача основана на программе для разработки нетривиальных головоломок - судоку размером 9x9. Тест исполняет функции обработки целочисленных массивов Fortran 95 с рекурсией (до восьми уровней в глубину).	1,84	14,6

557.xz_r	C	**General data compression.** Программа основана на Lasse Collin's XZ Utils 5.0.5, но включает pxz, не выполняет файлового ввода-вывода, производит сжатие и распаковку полностью в памяти, поэтому позволяет оценить производительность процессора, памяти и компилятора при минимальном вводе-выводе.	0,829	5,71
SPECrate2017_int			**1,15**	**7,92**

На приведённой ниже диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CINT2017 на одном ядре процессора.

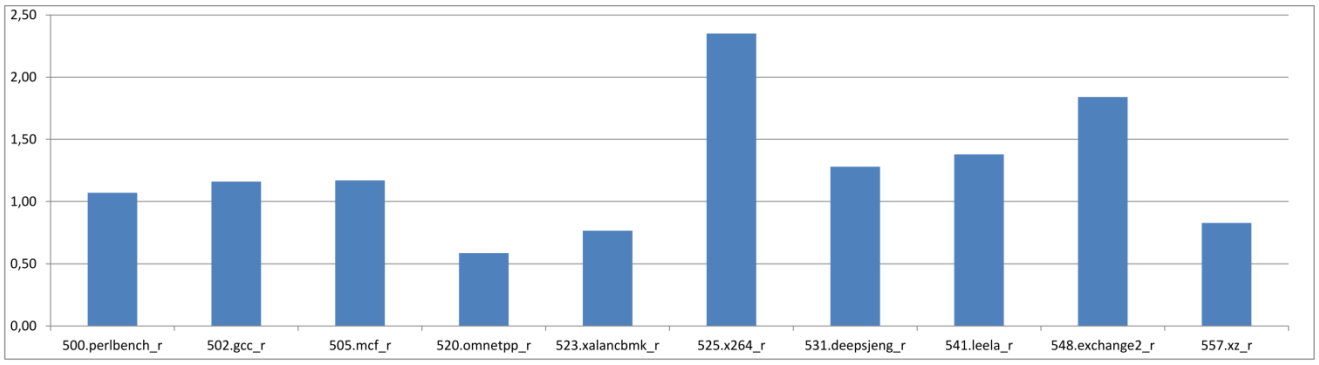

Рисунок 6-1 Результаты CINT2017 для одного ядра

На следующей диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CINT2017 на всех ядрах процессора.

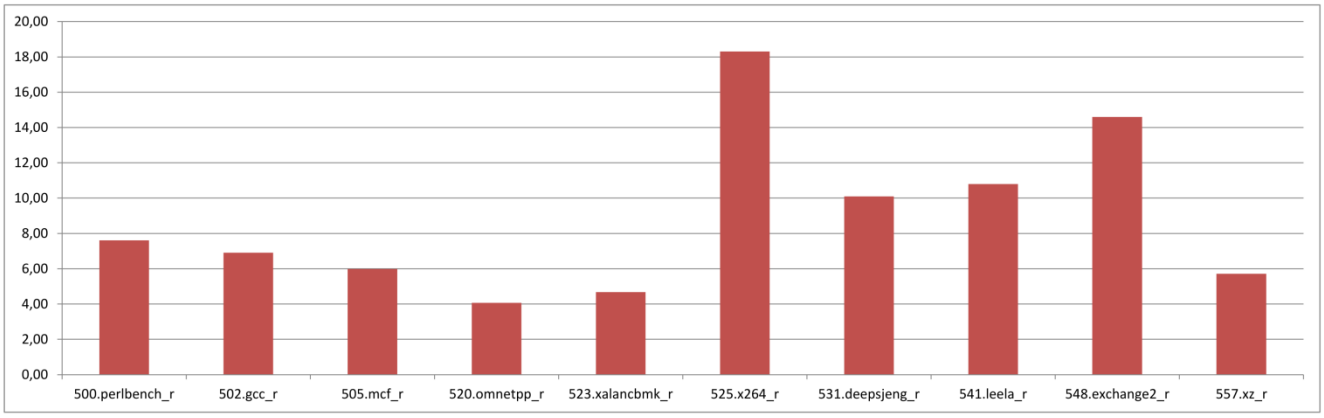

Рисунок 6-2 Результаты CINT2017 для всех ядер BE-M1000

6.2 Тестовые задачи CFP2017

В следующей таблице приведены описания задач, использующих арифметику с плавающей запятой, из комплекса **SPEC CPU® 2017**, а также результаты их выполнения.

В столбце «**fp**» данной таблицы показаны результаты выполнения задач на одном ядре процессора, а в столбце «**fp rate**» - на всех ядрах.

Таблица 6-2 Тестовые задачи CFP2017

Название задачи	Язык	Описание	fp	fp rate
503.bwaves_r	Fortran	**Explosion modeling.** Программа численного решения задачи распространения взрывной волны в трёхмерном пространстве в переходном околозвуковом ламинарном вязком потоке.	3,24	20,6
507.cactuBSSN_r	C++, C, Fortran	**Physics: relativity.** Основанная на Cactus Computational Framework, эта тестовая задача моделирует вакуумное плоское пространство-время, используя EinsteinToolkit для решения уравнений Эйнштейна в вакууме.	0,945	6,01
508.namd_r	C++	**Molecular dynamics.** Задача представляет собой внутренний цикл вычисления межатомных взаимодействий параллельной программы симуляции больших биомолекулярных систем NAMD.	1,03	7,98
510.parest_r	C++	**Biomedical imaging: optical tomography with finite elements.** Задача решает проблему с биомедицинской визуализацией, в частности с восстановлением внутренних свойств трёхмерного тела на основе нескольких двумерных изображений подобно тому, как несколько двумерных рентгеновских изображений объединяются в трёхмерной компьютерной томографии.	1,34	5,30
511.povray_r	C++, C	**Ray tracing.** Программа основана на приложении с открытым исходным кодом POV-Ray (версия 3.7), используемом для трассировки лучей.	1,39	10,8
519.lbm_r	C	**Fluid dynamics.** Программа реализует так называемый «метод решёток Больцмана» (Lattice Boltzmann Method, LBM) для моделирования несжимаемых жидкостей в 3D.	0,716	2,90
521.wrf_r	Fortran, C	**Weather forecasting.** Программа основана на модели исследования и предсказания погоды (Weather Research and Forecasting, WRF), предназначенной как для практического предсказания погоды, так и теоретического исследования атмосферных явлений.	1,36	8,80
526.blender_r	C++, C	**3D rendering and animation**. Программа решает задачи моделирования, анимации и визуализации трёхмерных сцен и объектов с учетом свойств материалов.	1,20	8,65
527.cam4_r	Fortran, C	**Atmosphere modeling.** Задача основана на модели CAM (Community Atmosphere Model) - компоненте атмосферы, используемой в модели CESM (Community Earth System Model).	1,20	8,51
538.imagick_r	C	**Image manipulation.** Задача основана на ImageMagick - программном пакете для создания, редактирования, компоновки или преобразования растровых изображений.	1,87	14,6

544.nab_r	C	**Molecular dynamics.** Задача основана на Nucleic Acid Builder (NAB) - приложении для молекулярного моделирования, выполняющем интенсивные вычисления с плавающей запятой. Расчеты варьируются от относительно неструктурированной «молекулярной динамики» до относительно структурированной линейной алгебры.	1,23	9,67
549.fotonik3d_r	Fortran	**Computational Electromagnetics.** Программа вычисляет коэффициент передачи фотонного волновода, используя метод конечных разностей во временной области (FDTD) для уравнений Максвелла.	1,67	8,01
554.roms_r	Fortran	**Regional ocean modeling.** Задача основана на ROMS - модели гидростатического примитивного уравнения со свободной поверхностью в вертикальной системе координат, соответствующей рельефу местности. Модель используется для прогнозов температуры воды, океанских течений, солености и высоты поверхности моря.	0,921	4,68
SPECrate2017_fp			**1,29**	**8,01**

На приведённой ниже диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CFP2017 на одном ядре процессора.

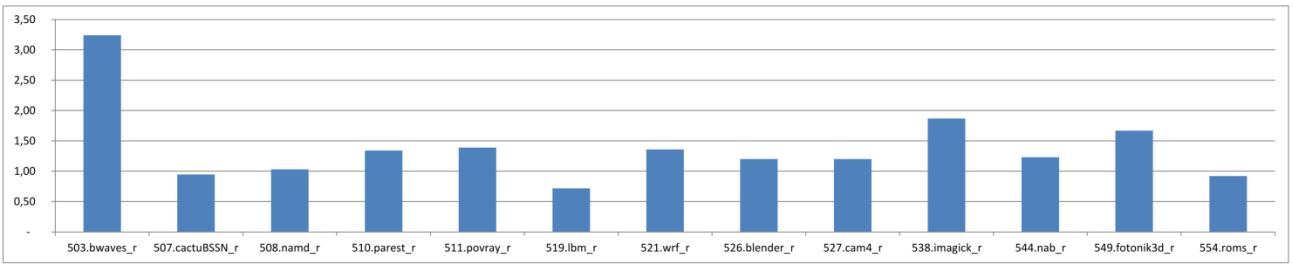

Рисунок 6-3 Результаты CFP2017 для одного ядра

На следующей диаграмме сравниваются результаты выполнения тестовых задач CFP2017 на всех ядрах процессора.

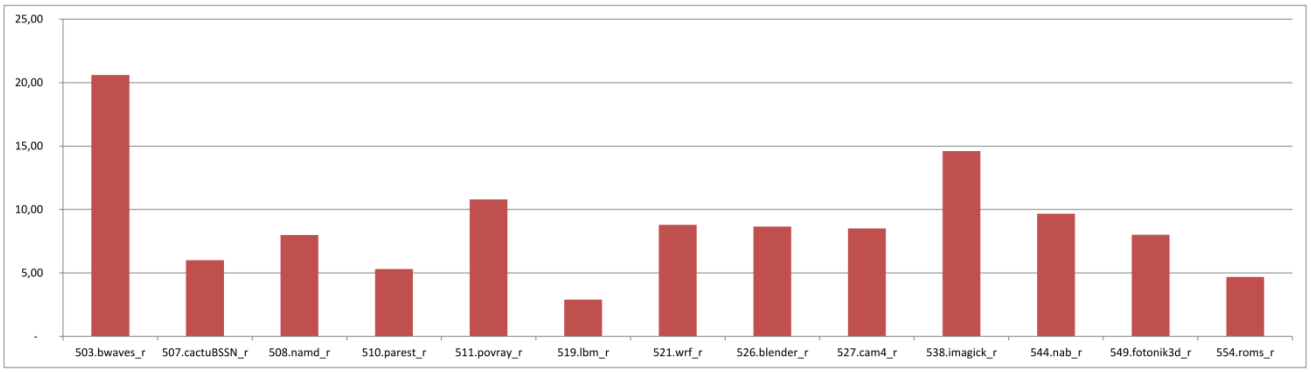

Рисунок 6-4 Результаты CFP2017 для всех ядер BE-M1000

7 Журналы запуска тестов

7.1 CoreMark

```
root@dbm:/home/developer/benchmarks/coremark_v1.0#    gcc-10    -falign-functions=16    -
DPERFORMANCE_RUN=1 -static -DUSE_FORK -DMULTITHREAD=8 -Ofast -funroll-all-loops -Ilinux64
-I.  -DFLAGS_STR=\""-Ofast"\"  core_list_join.c  core_main.c  core_matrix.c  core_state.c
core_util.c linux64/core_portme.c -o coremark.exe -lrt && ./coremark.exe
2K performance run parameters for coremark.
CoreMark Size    : 666
Total ticks      : 13294
Total time (secs): 13.294000
Iterations/Sec   : 66195.276064
Iterations       : 880000
Compiler version : GCC10.2.0
Compiler flags   : -Ofast
Parallel Fork : 8
Memory location  : Please put data memory location here
                    (e.g. code in flash, data on heap etc)
seedcrc          : 0xe9f5
[0]crclist       : 0xe714
[1]crclist       : 0xe714
[2]crclist       : 0xe714
[3]crclist       : 0xe714
[4]crclist       : 0xe714
[5]crclist       : 0xe714
[6]crclist       : 0xe714
[7]crclist       : 0xe714
[0]crcmatrix     : 0x1fd7
[1]crcmatrix     : 0x1fd7
[2]crcmatrix     : 0x1fd7
[3]crcmatrix     : 0x1fd7
[4]crcmatrix     : 0x1fd7
[5]crcmatrix     : 0x1fd7
[6]crcmatrix     : 0x1fd7
[7]crcmatrix     : 0x1fd7
[0]crcstate      : 0x8e3a
[1]crcstate      : 0x8e3a
[2]crcstate      : 0x8e3a
[3]crcstate      : 0x8e3a
[4]crcstate      : 0x8e3a
[5]crcstate      : 0x8e3a
[6]crcstate      : 0x8e3a
[7]crcstate      : 0x8e3a
[0]crcfinal      : 0x33ff
[1]crcfinal      : 0x33ff
[2]crcfinal      : 0x33ff
[3]crcfinal      : 0x33ff
[4]crcfinal      : 0x33ff
[5]crcfinal      : 0x33ff
[6]crcfinal      : 0x33ff
[7]crcfinal      : 0x33ff
Correct operation validated. See readme.txt for run and reporting rules.
CoreMark 1.0 : 66195.276064 / GCC10.2.0 -Ofast / Heap / 8:Fork
```

7.2 Dhrystone

```
root@dbm:/home/developer/benchmarks/Dhrystone#  gcc  -Ofast  -mtune=cortex-a57  dhry_1.c
dhry_2.c     -I.     -I     common_64bit/     common_64bit/cpuidc64.c     -o     dhry.exe
root@dbm:/home/developer/benchmarks/Dhrystone#./dhry.exe

  Linux Functions
  get_nprocs() - CPUs 8, Configured CPUs 8
  get_phys_pages() and size - RAM Size 31.12 GB, Page Size 4096 Bytes
  uname() - Linux, dbm, 4.9.241-baikal_m1000-gb5b8dd6dcf48
  #6 SMP Thu Nov 26 17:51:37 MSK 2020, aarch64

##########################################

Dhrystone Benchmark, Version 2.1 (Language: C or C++)
```

```
Optimisation    Opt 2 32 Bit
Register option not selected

       10000 runs   0.00 seconds
      100000 runs   0.01 seconds
     1000000 runs   0.07 seconds
     2000000 runs   0.13 seconds
     4000000 runs   0.26 seconds
     8000000 runs   0.52 seconds
    16000000 runs   1.04 seconds
    32000000 runs   2.08 seconds

Final values (* implementation-dependent):

Int_Glob:      O.K.  5  Bool_Glob:     O.K.  1
Ch_1_Glob:     O.K.  A  Ch_2_Glob:     O.K.  B
Arr_1_Glob[8]: O.K.  7  Arr_2_Glob8/7: O.K.    32000010
Ptr_Glob->              Ptr_Comp:       *    -1175112576
  Discr:       O.K.  0  Enum_Comp:     O.K.  2
  Int_Comp:    O.K.  17 Str_Comp:      O.K.  DHRYSTONE PROGRAM, SOME STRING
Next_Ptr_Glob->         Ptr_Comp:       *    -1175112576 same as above
  Discr:       O.K.  0  Enum_Comp:     O.K.  1
  Int_Comp:    O.K.  18 Str_Comp:      O.K.  DHRYSTONE PROGRAM, SOME STRING
Int_1_Loc:     O.K.  5  Int_2_Loc:     O.K.  13
Int_3_Loc:     O.K.  7  Enum_Loc:      O.K.  1
Str_1_Loc:                             O.K.  DHRYSTONE PROGRAM, 1'ST STRING
Str_2_Loc:                             O.K.  DHRYSTONE PROGRAM, 2'ND STRING

Microseconds for one run through Dhrystone:         0.06
Dhrystones per Second:                           15390476
VAX  MIPS rating =                                8759.52
 Press Enter
```

7.3 Whetstone

```
root@dbm:/home/developer/benchmarks/whetstone# gcc-10 -Ofast -funroll-all-loops -static -
DPREDATE="\"`date +%Y-%m-%d`\""   whetsmp.c common64/cpuidc64.c -I./common64 -lrt -lm -
lpthread -pipe -o whetsmp.exe
root@dbm:/home/developer/benchmarks/whetstone# ./whetsmp.exe
  Linux Functions
  get_nprocs() - CPUs 8, Configured CPUs 8
  get_phys_pages() and size - RAM Size 31.12 GB, Page Size 4096 Bytes
  uname() - Linux, dbm, 4.9.241-baikal_m1000-gb5b8dd6dcf48
  #137 SMP Wed Nov 11 19:57:17 MSK 2020, aarch64
##############################################
 Multithreading Single Precision Whetstones 32-Bit Version 1.0
             Using 8 threads - Fri Nov 13 21:14:47 2020
 Calibrate
    0.00622 Seconds          1   Passes (x 100)
    0.02663 Seconds          5   Passes (x 100)
    0.13048 Seconds         25   Passes (x 100)
    0.65006 Seconds        125   Passes (x 100)

 Use 1922  passes (x 100)

 MFLOPS 1      526    525    516    473    461    457    452    449
 MFLOPS 2      525    525    524    523    523    477    471    469
 IFMOPS      17836  17831  17812  17809  17790  17635  12148  11623
 FIXPMOPS     1716   1716   1716   1715   1713   1704   1564   1546
 COSMOPS        50     50     50     50     50     50     50     49
 MFLOPS 3      308    308    308    308    308    307    306    306
 EQUMOPS     17848  17847  17845  17844  17835  17688  16746  16097
 EXPMOPS        44     44     44     44     44     44     44     44
 millisec     9177   9163   9186   9194   9186   9230   9289   9288
 MWIPS        2094   2097   2092   2091   2092   2082   2069   2069

         MWIPS MFLOPS MFLOPS MFLOPS    Cos    Exp  Fixpt     If  Equal
 Thread              1      2      3   MOPS   MOPS   MOPS   MOPS   MOPS
```

```
 Total    16688    3858    4036    2457     397     351   13390 130482 139750

 MWIPS    16477 Based on time for last thread to finish

 Results Of Calculations Thread 1

 MFLOPS 1    -1.13333511352539062      MFLOPS 2    -1.13333344459533691
 IFMOPS       1.00000000000000000      FIXPMOPS    12.00000000000000000
 COSMOPS      0.50000011920928955      MFLOPS 3     0.99999982118606567
 EQUMOPS      3.00000000000000000      EXPMOPS      0.93536460399627686

      Numeric results of the other 7 threads were same as above
               End of test Fri Nov 13 21:14:58 2020
              Results also in log file MPwhetres.txt
```

7.4 STREAM

```
root@dbm:/home/developer/benchmarks/Stream#  gcc  -DSTREAM_ARRAY_SIZE=160000000  -Ofast  -
mtune=cortex-a57      -fopenmp      -funroll-loops      stream.c      -o      stream.exe
root@dbm:/home/developer/benchmarks/Stream# ./stream.exe
-------------------------------------------------------------
STREAM version $Revision: 5.10 $
-------------------------------------------------------------
This system uses 8 bytes per array element.
-------------------------------------------------------------
Array size = 160000000 (elements), Offset = 0 (elements)
Memory per array = 1220.7 MiB (= 1.2 GiB).
Total memory required = 3662.1 MiB (= 3.6 GiB).
Each kernel will be executed 10 times.
 The *best* time for each kernel (excluding the first iteration)
 will be used to compute the reported bandwidth.
-------------------------------------------------------------
Number of Threads requested = 8
Number of Threads counted = 8
-------------------------------------------------------------
Your clock granularity/precision appears to be 1 microseconds.
Each test below will take on the order of 187615 microseconds.
   (= 187615 clock ticks)
Increase the size of the arrays if this shows that
you are not getting at least 20 clock ticks per test.
-------------------------------------------------------------
WARNING -- The above is only a rough guideline.
For best results, please be sure you know the
precision of your system timer.
-------------------------------------------------------------
Function    Best Rate MB/s  Avg time     Min time     Max time
Copy:           13870.0     0.185428     0.184571     0.186396
Scale:          13798.0     0.186553     0.185534     0.187504
Add:            13207.3     0.291476     0.290748     0.292372
Triad:          13321.7     0.289043     0.288252     0.291384
-------------------------------------------------------------
Solution Validates: avg error less than 1.000000e-13 on all three arrays
-------------------------------------------------------------
```

7.5 HPLinpack 2.3

```
root@dbm:/home/developer/hpl-2.3/bin/Linux_Arm# OMP_NUM_THREADS=8 ./xhpl
================================================================================
HPLinpack 2.3  --  High-Performance Linpack benchmark  --   December 2, 2018
Written by A. Petitet and R. Clint Whaley,  Innovative Computing Laboratory, UTK
Modified by Piotr Luszczek, Innovative Computing Laboratory, UTK
Modified by Julien Langou, University of Colorado Denver
================================================================================
An explanation of the input/output parameters follows:
T/V    : Wall time / encoded variant.
N      : The order of the coefficient matrix A.
NB     : The partitioning blocking factor.
P      : The number of process rows.
Q      : The number of process columns.
Time   : Time in seconds to solve the linear system.
```

```
Gflops : Rate of execution for solving the linear system.

The following parameter values will be used:

N      :   60000
NB     :     200
PMAP   : Row-major process mapping
P      :       1
Q      :       1
PFACT  :    Left
NBMIN  :       4
NDIV   :       2
RFACT  :   Crout
BCAST  :   1ring
DEPTH  :       0
SWAP   : Mix (threshold = 64)
L1     : transposed form
U      : transposed form
EQUIL  : yes
ALIGN  : 8 double precision words
--------------------------------------------------------------------------------

- The matrix A is randomly generated for each test.
- The following scaled residual check will be computed:
      ||Ax-b||_oo / ( eps * ( || x ||_oo * || A ||_oo + || b ||_oo ) * N )
- The relative machine precision (eps) is taken to be              1.110223e-16
- Computational tests pass if scaled residuals are less than                16.0
================================================================================
T/V                N    NB     P     Q               Time                 Gflops
--------------------------------------------------------------------------------
WR00C2L4       60000   200     1     1            3785.53             3.8041e+01
HPL_pdgesv() start time Wed Dec  2 22:19:25 2020

HPL_pdgesv() end time   Wed Dec  2 23:22:31 2020

--------------------------------------------------------------------------------
||Ax-b||_oo/(eps*(||A||_oo*||x||_oo+||b||_oo)*N)=   4.26718469e-03 ...... PASSED
================================================================================

Finished      1 tests with the following results:
              1 tests completed and passed residual checks,
              0 tests completed and failed residual checks,
              0 tests skipped because of illegal input values.
--------------------------------------------------------------------------------

End of Tests.
================================================================================
```

7.6 LMbench

```
root@dbm:# /usr/lib/lmbench/bin/mhz
1494 MHz, 0.6693 nanosec clock
root@dbm:# /usr/lib/lmbench/bin/lat_mem_rd 40M 128
"stride=128
0.00049 2.678
0.00098 2.678
0.00195 2.678
0.00293 2.678
0.00391 2.678
0.00586 2.678
0.00781 2.679
0.01172 2.679
0.01562 2.680
0.02344 2.680
0.03125 6.201                    // L1 cache end
0.04688 6.181
0.06250 7.216
0.09375 7.154
0.12500 7.173
```

```
0.18750 7.347
0.25000 7.524
0.37500 7.516
0.50000 7.517
0.75000 8.629
1.00000 12.779                    // L2 cache end
1.50000 15.943
2.00000 15.069
3.00000 15.800
4.00000 15.870
6.00000 16.808
8.00000 19.774
12.00000 26.102                   // L3 cache end
16.00000 27.859
24.00000 28.815
32.00000 29.123
```

7.7 glmark2

```
root@bfkm:# glmark2-es-wayland --size 1280x1024
=======================================================
    glmark2 2017.07
=======================================================
    OpenGL Information
    GL_VENDOR:     ARM
    GL_RENDERER:   Mali-T628
    GL_VERSION:    OpenGL ES 3.1 v1.r26p0-01rel0.2b9a8ac363170f4d650fe43432c69fd3
=======================================================
[build] use-vbo=false: FPS: 812 FrameTime: 1.232 ms
[build] use-vbo=true: FPS: 1012 FrameTime: 0.988 ms
[texture] texture-filter=nearest: FPS: 1079 FrameTime: 0.927 ms
[texture] texture-filter=linear: FPS: 1051 FrameTime: 0.951 ms
[texture] texture-filter=mipmap: FPS: 1035 FrameTime: 0.966 ms
[shading] shading=gouraud: FPS: 814 FrameTime: 1.229 ms
[shading] shading=blinn-phong-inf: FPS: 776 FrameTime: 1.289 ms
[shading] shading=phong: FPS: 647 FrameTime: 1.546 ms
[shading] shading=cel: FPS: 593 FrameTime: 1.686 ms
[bump] bump-render=high-poly: FPS: 387 FrameTime: 2.584 ms
[bump] bump-render=normals: FPS: 843 FrameTime: 1.186 ms
[bump] bump-render=height: FPS: 796 FrameTime: 1.256 ms
[effect2d] kernel=0,1,0;1,-4,1;0,1,0;: FPS: 389 FrameTime: 2.571 ms
[effect2d] kernel=1,1,1,1,1;1,1,1,1,1;1,1,1,1,1;: FPS: 94 FrameTime: 10.638 ms
[pulsar] light=false:quads=5:texture=false: FPS: 977 FrameTime: 1.024 ms
[desktop] blur-radius=5:effect=blur:passes=1:separable=true:windows=4: FPS: 85 FrameTime:
11.765 ms
[desktop] effect=shadow:windows=4: FPS: 419 FrameTime: 2.387 ms
[buffer]   columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-
method=map: FPS: 116 FrameTime: 8.621 ms
[buffer]   columns=200:interleave=false:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-
method=subdata: FPS: 120 FrameTime: 8.333 ms
[buffer]    columns=200:interleave=true:update-dispersion=0.9:update-fraction=0.5:update-
method=map: FPS: 131 FrameTime: 7.634 ms
[ideas] speed=duration: FPS: 415 FrameTime: 2.410 ms
[jellyfish] <default>: FPS: 300 FrameTime: 3.333 ms
[terrain] <default>: FPS: 29 FrameTime: 34.483 ms
[shadow] <default>: FPS: 255 FrameTime: 3.922 ms
[refract] <default>: FPS: 76 FrameTime: 13.158 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=0: FPS: 956 FrameTime: 1.046 ms
[conditionals] fragment-steps=5:vertex-steps=0: FPS: 419 FrameTime: 2.387 ms
[conditionals] fragment-steps=0:vertex-steps=5: FPS: 958 FrameTime: 1.044 ms
[function] fragment-complexity=low:fragment-steps=5: FPS: 598 FrameTime: 1.672 ms
[function] fragment-complexity=medium:fragment-steps=5: FPS: 334 FrameTime: 2.994 ms
[loop] fragment-loop=false:fragment-steps=5:vertex-steps=5: FPS: 594 FrameTime: 1.684 ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=false:vertex-steps=5: FPS: 664 FrameTime: 1.506
ms
[loop] fragment-steps=5:fragment-uniform=true:vertex-steps=5: FPS: 437 FrameTime: 2.288
ms
=======================================================
                                  glmark2 Score: 551
```

7.8 Phoronix Test Suite

```
root@bfkm:~$ phoronix-test-suite benchmark sqlite ramspeed openssl pybench phpbench

Phoronix Test Suite v8.6.0
AN OUTDATED VERSION OF THE PHORONIX TEST SUITE IS INSTALLED.
THE VERSION IN USE IS 8.6.0 (8600), BUT THE LATEST IS PTS-CORE 10000.
VISIT HTTPS://WWW.PHORONIX-TEST-SUITE.COM/ TO UPDATE THIS SOFTWARE.

SQLite 3.30.1:
    pts/sqlite-2.1.0
    Disk Test Configuration
        1: 1
        2: 8
        3: 32
        4: 64
        5: 128
        6: Test All Options
        ** Multiple items can be selected, delimit by a comma. **
        Threads / Copies: 1

RAMspeed SMP 3.5.0:
    pts/ramspeed-1.4.3
    Memory Test Configuration
        1: Copy
        2: Scale
        3: Add
        4: Triad
        5: Average
        6: Test All Options
        ** Multiple items can be selected, delimit by a comma. **
        Type: 1

        1: Integer
        2: Floating Point
        3: Test All Options
        ** Multiple items can be selected, delimit by a comma. **
        Benchmark: 2
System Information

  PROCESSOR:          ARMv8 Cortex-A57
    Core Count:       8

  GRAPHICS:
    OpenCL:           OpenCL 1.2 v1.r26p0-01rel0.2b9a8ac363170f4d650fe43432c69fd3
    Monitor:          S23B300
    Screen:           1920x1080

  MOTHERBOARD:        Baikal Baikal-M mitx board
  MEMORY:             32768MB
  DISK:               256GB Samsung SSD 860
    File-System:      ext4
    Mount Options:    data=ordered errors=remount-ro relatime rw
    Disk Scheduler:   CFQ

  OPERATING SYSTEM:   Debian testing
    Kernel:           4.9.241-baikal_m1000-gb5b8dd6dcf48 (aarch64)
    Display Server:   Wayland Weston 5.0.0 + X Server
    Compiler:         GCC 10.2.0

SQLite 3.30.1:
    pts/sqlite-2.1.0 [Threads / Copies: 1]
    Test 1 of 5
    Estimated Trial Run Count:    3
    Estimated Test Run-Time:      7 Minutes
    Estimated Time To Completion: 33 Minutes [16:27 MSK]
        Running Pre-Test Script @ 15:55:15
        Started Run 1 @ 15:55:16
        Running Interim Test Script @ 15:55:57
        Started Run 2 @ 15:55:57
        Running Interim Test Script @ 15:56:35
```

```
        Started Run 3 @ 15:56:35
        Running Interim Test Script @ 15:57:11
        Started Run 4 @ 15:57:11 *
        Running Interim Test Script @ 15:57:52
        Started Run 5 @ 15:57:53 *
        Running Interim Test Script @ 15:58:34
        Started Run 6 @ 15:58:34 *
        Running Interim Test Script @ 15:59:11
        Started Run 7 @ 15:59:11 *
        Running Interim Test Script @ 15:59:51
        Started Run 8 @ 15:59:51 *
        Running Interim Test Script @ 16:00:29
        Started Run 9 @ 16:00:29 *
        Running Interim Test Script @ 16:01:07
        Started Run 10 @ 16:01:07 *
        Running Interim Test Script @ 16:01:46
        Started Run 11 @ 16:01:46 *
        Running Interim Test Script @ 16:02:26
        Started Run 12 @ 16:02:26 *
        Running Post-Test Script @ 16:03:07

    Threads / Copies: 1:
        40.006982088089
        36.550470113754
        35.568432092667
        39.996654033661
        40.23440694809
        36.3901450634
        38.520672082901
        36.677956104279
        37.45369386673
        38.112243890762
        38.418705940247
        40.192892074585
```

Average: 38.18 Seconds

```
    Deviation: 4.37%

RAMspeed SMP 3.5.0:
    pts/ramspeed-1.4.3 [Type: Copy - Benchmark: Floating Point]
    Test 2 of 5
    Estimated Trial Run Count:    3
    Estimated Test Run-Time:      13 Minutes
    Estimated Time To Completion: 27 Minutes [16:29 MSK]
        Started Run 1 @ 16:03:15
        Started Run 2 @ 16:07:20

        Started Run 3 @ 16:11:23

    Type: Copy - Benchmark: Floating Point:
        7830.34
        7860.38
        7832.47
```

Average: 7841.06 MB/s

```
    Deviation: 0.21%

OpenSSL 1.1.1:
    pts/openssl-1.11.0
    Test 3 of 5
    Estimated Trial Run Count:    3
    Estimated Test Run-Time:      2 Minutes
    Estimated Time To Completion: 14 Minutes [16:29 MSK]
        Started Run 1 @ 16:15:36
        Started Run 2 @ 16:15:57
        Started Run 3 @ 16:16:19

    RSA 4096-bit Performance:
        188.2
        188.4
```

```
        188.2

    Average: 188.27 Signs Per Second
    Deviation: 0.06%

PyBench 2018-02-16:
    pts/pybench-1.1.3
    Test 4 of 5
    Estimated Trial Run Count:    3
    Estimated Test Run-Time:      6 Minutes
    Estimated Time To Completion: 13 Minutes [16:29 MSK]
        Started Run 1 @ 16:16:48
        Started Run 2 @ 16:18:41
        Started Run 3 @ 16:20:35

    Total For Average Test Times:
        4744
        4737
        4660

    Average: 4714 Milliseconds
    Deviation: 0.99%


PHPBench 0.8.1:
    pts/phpbench-1.1.6
    Test 1 of 1
    Estimated Trial Run Count:    3
    Estimated Time To Completion: 7 Minutes [16:31 MSK]
        Started Run 1 @ 16:24:33
        Started Run 2 @ 16:26:48
        Started Run 3 @ 16:29:03

    PHP Benchmark Suite:
        150278
        149650
        150051

    Average: 149993 Score
    Deviation: 0.21%
```

7.9 7-Zip benchmark

```
root@dbm:/home/developer/p7zip_16.02/bin# 7za b -mmt=1

7-Zip (a) [64] 16.02 : Copyright (c) 1999-2016 Igor Pavlov : 2016-05-21
p7zip Version 16.02 (locale=en_US.UTF-8,Utf16=on,HugeFiles=on,64 bits,8 CPUs LE)

LE
CPU Freq: - - - - - - - - -

RAM size:   31863 MB,  # CPU hardware threads:   8
RAM usage:    435 MB,  # Benchmark threads:      1

                       Compressing  |                  Decompressing
Dict     Speed Usage    R/U Rating  |      Speed Usage    R/U Rating
         KiB/s     %   MIPS   MIPS  |      KiB/s     %   MIPS   MIPS

22:       1472   100   1432   1432  |      17863   100   1526   1525
23:       1359   100   1385   1385  |      17663   100   1529   1529
24:       1282   100   1380   1379  |      17291   100   1518   1518
25:       1220   100   1394   1394  |      17035   100   1517   1516
----------------------------------  | ------------------------------
Avr:             100   1398   1397  |              100   1522   1522
Tot:             100   1460   1460

root@dbm:/home/developer/p7zip_16.02/bin# 7za b -mmt=8

7-Zip (a) [64] 16.02 : Copyright (c) 1999-2016 Igor Pavlov : 2016-05-21
p7zip Version 16.02 (locale=en_US.UTF-8,Utf16=on,HugeFiles=on,64 bits,8 CPUs LE)
```

```
LE
CPU Freq: - - - - - - - - -

RAM size:   31863 MB,  # CPU hardware threads:   8
RAM usage:   1765 MB,  # Benchmark threads:      8

                       Compressing  |                  Decompressing
Dict     Speed Usage    R/U Rating  |      Speed Usage    R/U Rating
         KiB/s     %   MIPS   MIPS  |      KiB/s     %   MIPS   MIPS

22:       9043   676   1301   8797  |     135715   783   1479  11576
23:       8559   687   1270   8722  |     134188   789   1473  11612
24:       8586   725   1273   9233  |     131633   789   1464  11553
25:       8324   735   1293   9505  |     129062   792   1450  11486
----------------------------------  | ------------------------------
Avr:             706   1284   9064  |              788   1467  11557
Tot:             747   1375  10311
```

7.10 pgbench for PostgreSQL

```
root@dbm:# su postgres
postgres@dbm:$ psql -c "CREATE DATABASE example;"
CREATE DATABASE
postgres@dbm:$ pgbench -i -s 500 example
dropping old tables...
NOTICE:  table "pgbench_accounts" does not exist, skipping
NOTICE:  table "pgbench_branches" does not exist, skipping
NOTICE:  table "pgbench_history" does not exist, skipping
NOTICE:  table "pgbench_tellers" does not exist, skipping
creating tables...
generating data (client-side)...
50000000 of 50000000 tuples (100%) done (elapsed 160.98 s, remaining 0.00 s)
vacuuming...
creating primary keys...
done in 242.11 s (drop tables 0.00 s, create tables 0.01 s, client-side generate 161.56
s, vacuum 29.60 s, primary keys 50.94 s).

postgres@dbm:$   psql   -U   postgres   -d   example   -c   "select   pg_size_pretty(
pg_database_size('example'))"
 pg_size_pretty
----------------
 7636 MB
(1 row)

postgres@dbm:$ for i in 4 8 16 32 64 100 ; \
do echo $i; pgbench -c $i -j $i -t 10000 example | grep tps ; done
4
starting vacuum...end.
tps = 1031.005330 (including connections establishing)
tps = 1031.322867 (excluding connections establishing)
8
starting vacuum...end.
tps = 1681.804789 (including connections establishing)
tps = 1682.311662 (excluding connections establishing)
16
starting vacuum...end.
tps = 2306.640631 (including connections establishing)
tps = 2307.505684 (excluding connections establishing)
32
starting vacuum...end.
tps = 2824.284798 (including connections establishing)
tps = 2825.297746 (excluding connections establishing)
64
starting vacuum...end.
tps = 3093.538660 (including connections establishing)
tps = 3095.817364 (excluding connections establishing)
100
starting vacuum...end.
tps = 3181.400156 (including connections establishing)
tps = 3183.535131 (excluding connections establishing)
```

7.11 Octane 2.0

```
Richards        8056
Deltablue       14394
Crypto          11391
Raytrace        13233
EarleyBoyer     11898
Regexp          1482
Splay           7269
SplayLatency    16929
NavierStokes    8877
pdf.js          3571
Mandreel        7847
MandreelLatency 7497
GB Emulator     4754
CodeLoad        7044
Box2DWeb        7560
zlib            20297
Typescript      10519
Octane Score:   8253
```

7.12 sunspider-1.0.2

```
=============================================
RESULTS (means and 95% confidence intervals)
---------------------------------------------
Total:
977.0ms +/- 0.3%
---------------------------------------------
```

8 Дополнительная информация

8.1 Описания тестовых задач Phoronix Test Suite

В следующей таблице приведены описания тестовых задач из комплекса Phoronix Test Suite.

Таблица 8-1 Тестовые задачи Phoronix Test Suite

Название	Описание
SQLite 3.30.1	Простой тест SQLite, который измеряет время выполнения заданного количества вставок в индексированную базу данных.
RAMspeed SMP 3.5.0	Тест производительности оперативной памяти.
OpenSSL 1.1.1	Набор тестов производительности, реализующий протоколы SSL (Secure Sockets Layer) и TLS (Transport Layer Security). Позволяет оценить производительность OpenSSL с 4096-битными ключами RSA.
PyBench 2018-02-16	Данный профиль тестирования определяет общее время различных средних временных результатов теста PyBench. PyBench оценивает среднее время выполнения различных функций Python, что дает приблизительную оценку средней производительности интерпретатора Python в тестируемой системе.
PHPBench 0.8.1	Набор тестов, который выполняет большое количество простых тестов производительности интерпретатора PHP в системе. PHPBench можно использовать для сравнения аппаратного обеспечения, операционных систем, версий PHP, ускорителей и кэшей PHP, параметров компилятора и т.д.

8.2 Настройки тестов SPEC CPU 2006

```
Compiler:     gcc, g++ & gfortran 10.2
Auto Parallel:      No
File System:  ext4
System State:       Run level 3 (add definition here)
Base Pointers:      64-bit
Peak Pointers:      64-bit
Other Software:     Debian 11

Base Compiler Invocation
C benchmarks:
        gcc (Debian 10.2.1-6) 10.2.1 20210110
C++ benchmarks:
        g++ (Debian 10.2.1-6) 10.2.1 20210110
Fortran benchmarks:
        gfortran (Debian 10.2.1-6) 10.2.1 20210110
Benchmarks using both Fortran and C:
        gfortran   gcc
Benchmarks using both C and C++:
        g++   gcc
Benchmarks using Fortran, C, and C++:
        g++   gcc   gfortran

# Optimization
default=default=default=default:
OPTIMIZE                =     -mabi=lp64     -flto     -Ofast     -ffast-math     -no-pie
       -fno-PIE         -fomit-frame-pointer         -funroll-loops         -march=armv8-a
       -mtune=cortex-a57
CCOPTIMIZE          =          $(OPTIMIZE)          -std=c99          -fno-strict-aliasing
       -fgnu89-inline -z muldefs
CXXOPTIMIZE = -std=c++03 -fpermissive

FOPTIMIZE   = -fallow-argument-mismatch

# Portability Flags
default=base=default=default:
PORTABILITY    = -DSPEC_CPU_LP64
```

```
400.perlbench=default=default=default:
CPORTABILITY = -DSPEC_CPU_LINUX -std=gnu89 -fsigned-char
EXTRA_CFLAGS = -fno-strict-aliasing

416.gamess=default=default=default:
EXTRA_FFLAGS    =    -ffixed-form    -std=legacy    -fno-aggressive-loop-optimizations    -
funconstrained-commons
FPORTABILITY = -DSPEC_CPU_LINUX

429.mcf=default=default=default:
CPORTABILITY = -DWANT_STDC_PROTO

435.gromacs=default=default=default:
FPORTABILITY = -DSPEC_CPU_APPEND_UNDERSCORE


454.calculix=default=default=default:
PORTABILITY = -DSPEC_CPU_NOZMODIFIER

450.soplex=default=default=default:
EXTRA_CXXFLAGS = -fno-strict-aliasing

456.hmmer=default=default=default:
EXTRA_CFLAGS = -funsigned-char
EXTRA_LDFLAGS = -lm

462.libquantum=default=default=default:
CPORTABILITY = -DSPEC_CPU_LINUX

464.h264ref=default=default=default:
EXTRA_CFLAGS = -fsigned-char
EXTRA_LIBS = -lm

481.wrf=default=default=default:
CPORTABILITY   = -DSPEC_CPU_CASE_FLAG -DSPEC_CPU_LINUX

482.sphinx3=default=default=default:
EXTRA_CFLAGS   = -fsigned-char

483.xalancbmk=default=default=default:
CXXPORTABILITY = -DSPEC_CPU_LINUX
```

8.3 Настройки тестов SPEC CPU 2017

```
 From lscpu:
      Architecture:                    aarch64
      CPU op-mode(s):                  32-bit, 64-bit
      Byte Order:                      Little Endian
      CPU(s):                          8
      On-line CPU(s) list:             0-7
      Vendor ID:                       ARM
      Model name:                      Cortex-A57
      Stepping:                        r1p3
      CPU max MHz:                     1500.0000

Base Compiler Invocation
C benchmarks:
        gcc (Debian 10.2.1-6) 10.2.1 20210110
C++ benchmarks:
        g++ (Debian 10.2.1-6) 10.2.1 20210110
Fortran benchmarks:
        gfortran (Debian 10.2.1-6) 10.2.1 20210110
Benchmarks using both Fortran and C:
        gfortran   gcc
Benchmarks using both C and C++:
        g++   gcc
Benchmarks using Fortran, C, and C++:
        g++   gcc   gfortran
Base Portability Flags
```

```
503.bwaves_r:        -DSPEC_LP64
507.cactuBSSN_r:     -DSPEC_LP64
508.namd_r:    -DSPEC_LP64
510.parest_r:        -DSPEC_LP64
511.povray_r:        -DSPEC_LP64
519.lbm_r:     -DSPEC_LP64
521.wrf_r:     -DSPEC_CASE_FLAG   -fconvert=big-endian   -DSPEC_LP64
526.blender_r:       -funsigned-char   -DSPEC_LINUX   -DSPEC_LP64
527.cam4_r:    -DSPEC_CASE_FLAG   -DSPEC_LP64
538.imagick_r:       -DSPEC_LP64
544.nab_r:     -DSPEC_LP64
549.fotonik3d_r:     -DSPEC_LP64
554.roms_r:    -DSPEC_LP64
Base Optimization Flags
C benchmarks:
        -mabi=lp64   -std=c99   -g   -O3   -mcpu=native   -fno-strict-aliasing
C++ benchmarks:
        -mabi=lp64   -std=c++03   -g   -O3   -mcpu=native
Fortran benchmarks:
        -mabi=lp64   -g   -O3   -mcpu=native
Benchmarks using both Fortran and C:
        -mabi=lp64   -std=c99   -g   -O3   -mcpu=native   -fno-strict-aliasing
Benchmarks using both C and C++:
        -mabi=lp64    -std=c++03    -std=c99    -g    -O3    -mcpu=native    -fno-strict-
aliasing
Benchmarks using Fortran, C, and C++:
        -mabi=lp64    -std=c++03    -std=c99    -g    -O3    -mcpu=native    -fno-strict-
aliasing
Base Other Flags
Fortran benchmarks:
        -fallow-argument-mismatch
Benchmarks using both Fortran and C:
        -fallow-argument-mismatch
Benchmarks using Fortran, C, and C++:
        -fallow-argument-mismatch
Peak Compiler Invocation
C benchmarks:
        gcc
C++ benchmarks:
        g++
Fortran benchmarks:
        gfortran
Benchmarks using both Fortran and C:
        gfortran   gcc
Benchmarks using both C and C++:
        g++   gcc
Benchmarks using Fortran, C, and C++:
        g++   gcc   gfortran
Peak Portability Flags

Same as Base Portability Flags
Peak Optimization Flags
C benchmarks:
        -mabi=lp64   -std=c99   -fprofile-generate   -fprofile-use   -g   -Ofast   -flto
-mcpu=native
C++ benchmarks:
        -mabi=lp64   -std=c++03   -fprofile-generate   -fprofile-use   -g   -Ofast   -
flto   -mcpu=native
Fortran benchmarks:
        -mabi=lp64    -fprofile-generate    -fprofile-use    -g    -Ofast    -flto    -
mcpu=native
Benchmarks using both Fortran and C:
521.wrf_r:    -mabi=lp64   -std=c99   -fprofile-generate   -fprofile-use   -g   -Ofast
-flto   -mcpu=native
527.cam4_r:   -mabi=lp64   -std=c99   -fprofile-generate   -fprofile-use   -g   -Ofast
-flto   -mcpu=native   -fno-strict-aliasing
Benchmarks using both C and C++:
511.povray_r:        -mabi=lp64   -std=c++03   -std=c99   -fprofile-generate   -fprofile-
use   -g   -Ofast   -flto   -mcpu=native   -fno-strict-aliasing
```

```
526.blender_r:       -mabi=lp64   -std=c++03   -std=c99   -fprofile-generate   -fprofile-
use   -g   -Ofast   -flto   -mcpu=native
Benchmarks using Fortran, C, and C++:
        -mabi=lp64   -std=c++03   -std=c99   -fprofile-generate   -fprofile-use   -g   -
Ofast   -flto   -mcpu=native
```