

# Сравнение процессоров *Intel Xeon* и *AMD EPYC* на примере нагрузочного тестирования решателями *Ansys*

Дмитрий Боровков, Вильгельм Битнер, Евгений Протасенко



Дмитрий Боровков

Вильгельм Битнер

Евгений Протасенко

В последние несколько лет мы наблюдаем серьезную схватку *Intel* и *AMD* на поле серверных решений. Новые релизы *AMD EPYC* вызывают большой интерес, а их доступность у современных облачных провайдеров позволяет всерьез рассматривать машины с общей памятью (*Shared Memory Parallel, SMP*) на базе *AMD EPYC* в качестве альтернативы решениям *Intel*, в том числе даже небольшим кластерам.

Давние партнеры в области высокопроизводительных облачных вычислений – компании “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” и *HPC Hub* – совместно провели сравнительный анализ производительности решений на базе процессоров *Intel Xeon* и *AMD EPYC*. Для тестирования использовались прикладные пакеты *Ansys*. При этом “КАДФЕМ Си-Ай-Эс” выступила ключевым экспертом при проведении тестирования вычислительной среды с помощью решателей *Ansys*, а компания *HPC Hub* – поставщиком своих *HPC*-решений (*High Performance Computing* – высокопроизводительные вычисления) и предоставила вычислительные среды по облачной модели.

Обе компании давно и тесно сотрудничают в части предоставления сервиса *eCADFEM* ([ecadfem.ru](http://ecadfem.ru)) на территории России и стран СНГ. Этот уникальный сервис КАДФЕМ предоставляет возможность

использования программных решений *Ansys* на гибких условиях повременной тарификации, в том числе с привлечением предоставляемых *HPC*-партнерами высокопроизводительных вычислительных ресурсов, оптимально настроенных для работы с ПО *Ansys*. Описываемое тестирование было проведено в рамках сравнения облачных вычислительных сред, доступных для аренды.

В рамках этой работы производились расчеты стандартных тестовых задач с применением следующего ПО:

- *Ansys Mechanical* – решатель методом конечных элементов, имеющий более чем 50-летнюю историю и предназначенный для расчетов напряженно-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, линейной и нелинейной устойчивости, геометрических нелинейностей, линейной и нелинейной динамики, стационарного и нестационарного теплообмена, задач акустики, а также комбинированных, связанных задач.

- *Ansys Fluent* – промышленный стандарт в области вычислительной гидродинамики (*CFD*). Эта система с большим набором различных математических моделей традиционно применяется для расчетов течений жидкостей и газов с учетом турбулентности, а также межфазного взаимодействия, химических реакций, горения и аэроакустических эффектов.

- *Ansys CFX* – высокопроизводительный *CFD*-инструмент, ориентированный на сферу турбомашиностроения, который обеспечивает быстрое и надежное решение многих задач механики жидкости и газа.

В качестве тестовых стендов компанией *HPC Hub* были подготовлены облачные решения с использованием различных процессоров – как *Intel*, так и *AMD*. Характеристики тестовых стендов приведены в табл. 1.

Табл. 1. Характеристики тестовых стендов

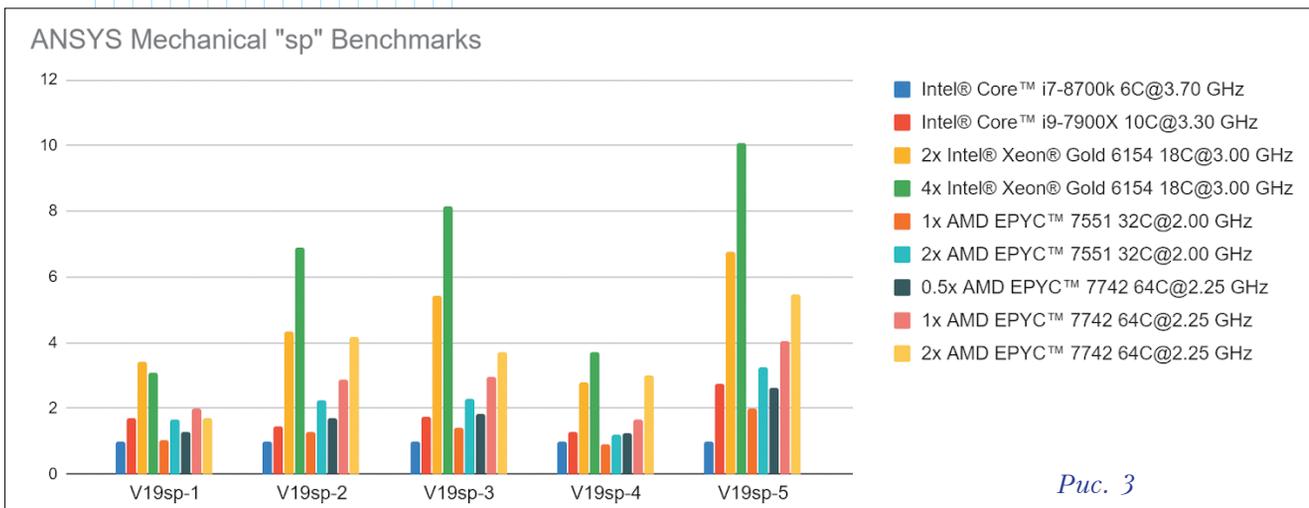
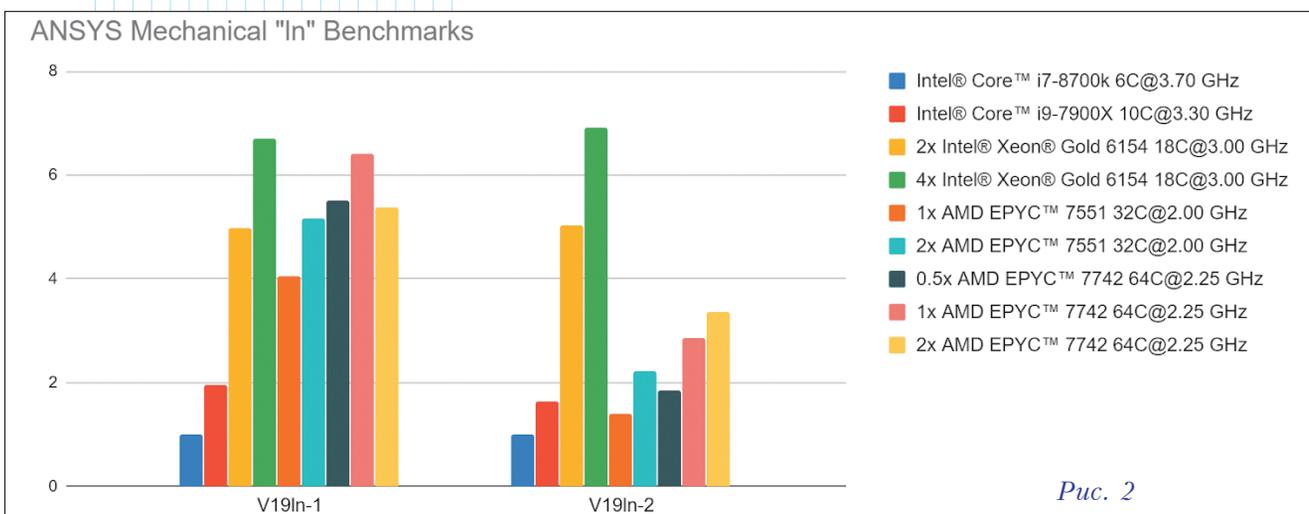
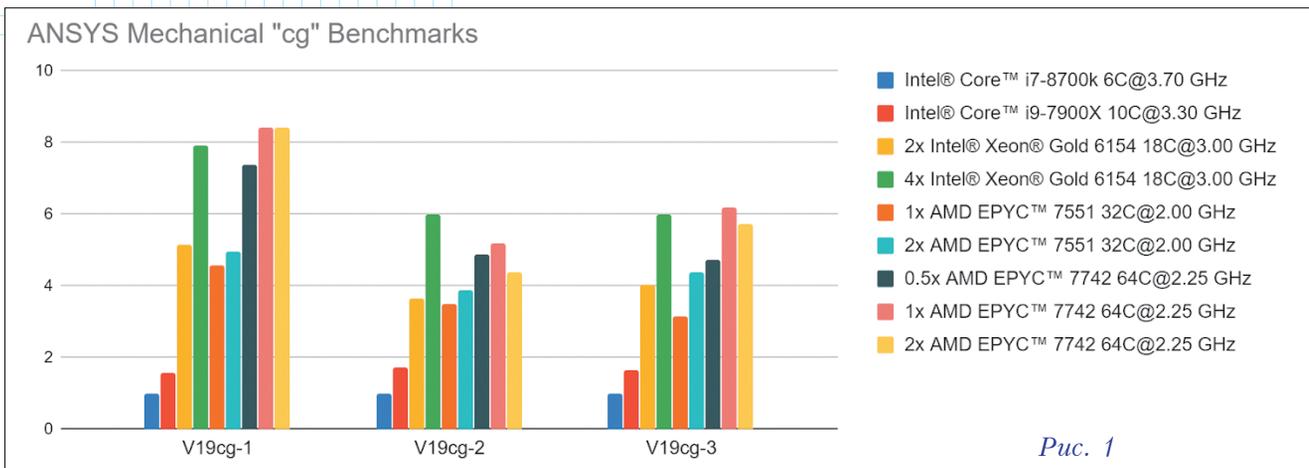
Тип вычислительной среды	<i>RDMA* Cluster</i>	<i>SMP Server</i>	<i>SMP Server</i>
Тип процессора	<i>Intel Xeon Gold 6154</i> 18-Core	<i>AMD EPYC 7551</i> 32-Core	<i>AMD EPYC 7742</i> 64-Core
Количество расчетных узлов	2	1	1
Количество ядер в системе	72	64	128
Количество ядер на один узел	36	64	128
Объем оперативной памяти узла, GB	384	512	2 048
Интерконнект	<i>RoCE</i> , 100 Gbit/s	–	–
Разделяемое хранилище	<i>NFS</i> (r/w: 250 MB/s)		
Операционная система	<i>CentOS 7</i>		
Версия ПО <i>Ansys</i>	2019R3		
Тип интерфейса для обмена информацией ( <i>MPI</i> )	<i>Intel MPI</i>		

\* *Remote Direct Memory Access* (удаленный прямой доступ к памяти) – аппаратное решение для обеспечения прямого доступа к оперативной памяти другого компьютера при помощи высокоскоростной сети.

Следует отметить, что каждый стенд использовал один и тот же тип *NFS*-хранилища (*Network File System*). Производительность хранилища не должна оказывать существенного влияния на скорость выполнения расчетов, так как серверы имеют большой объем оперативной памяти.

Во многих материалах отмечается, что процессоры *AMD EPYC* для *HPC*-задач рекомендуется

использовать в режиме *NPS4* (число виртуальных *NUMA*-узлов на сокет равно 4). К сожалению, в случае *AMD EPYC 7742* сделать это оказалось невозможно по техническим причинам, поскольку на момент тестирования в рамках облака *HPC Hub* не удалось применить требуемые специальные конфигурации настроек *BIOS*. Вместо *NPS4* был задействован режим *NPS1*, что, на наш взгляд,



несколько снизило результаты тестов с данным типом процессора.

Расчеты были проведены для разного количества ядер в каждой из систем. Так, для системы с процессорами *Intel* запускались расчеты на 36 и 72 ядрах, для систем с процессорами *AMD* – на 32, 64 и 128 ядрах. Для сравнения мы добавили в результаты тестов *Ansys Mechanical* и *Ansys Fluent*

еще и результаты тестирования небольшого сервера, построенного на 10-ядерном процессоре *Intel Core i9-7900X*, и типовой рабочей станции инженера, решающего задачи трехмерного численного моделирования (оснащена 6-ядерным процессором *Intel Core i7-8700k*).

Результаты бенчмарков представляют собой число, именуемое *Core Solver Rating* (далее – рейтинг

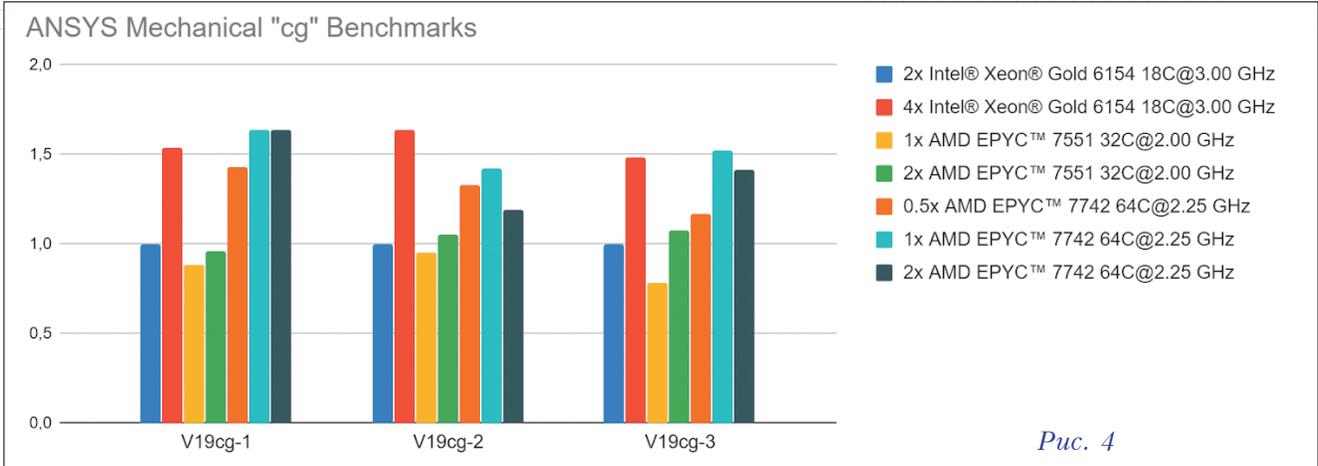


Рис. 4

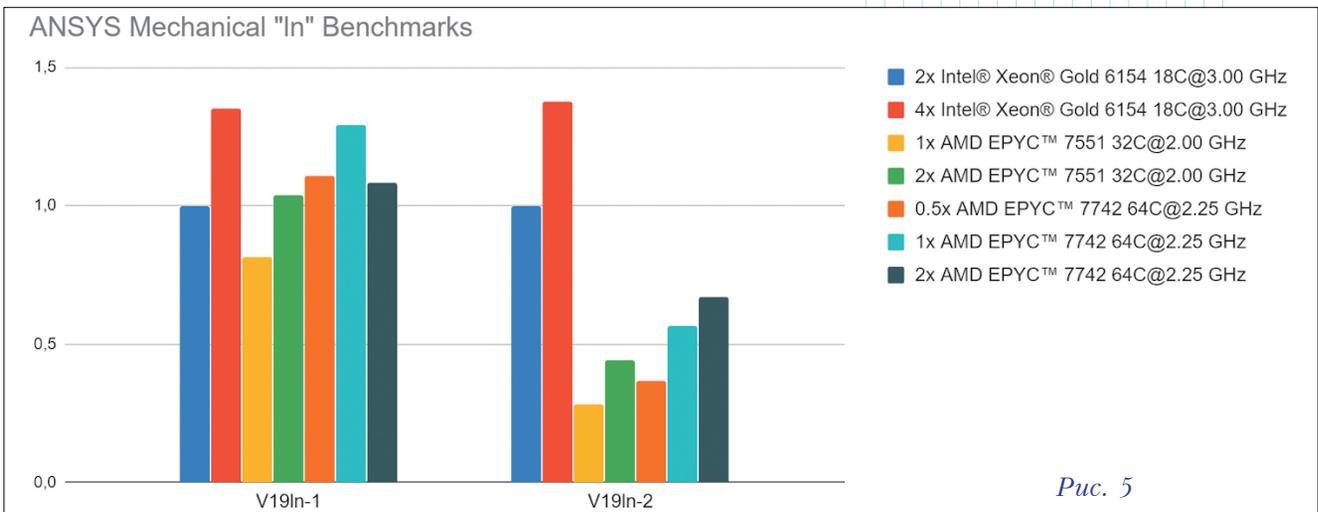


Рис. 5

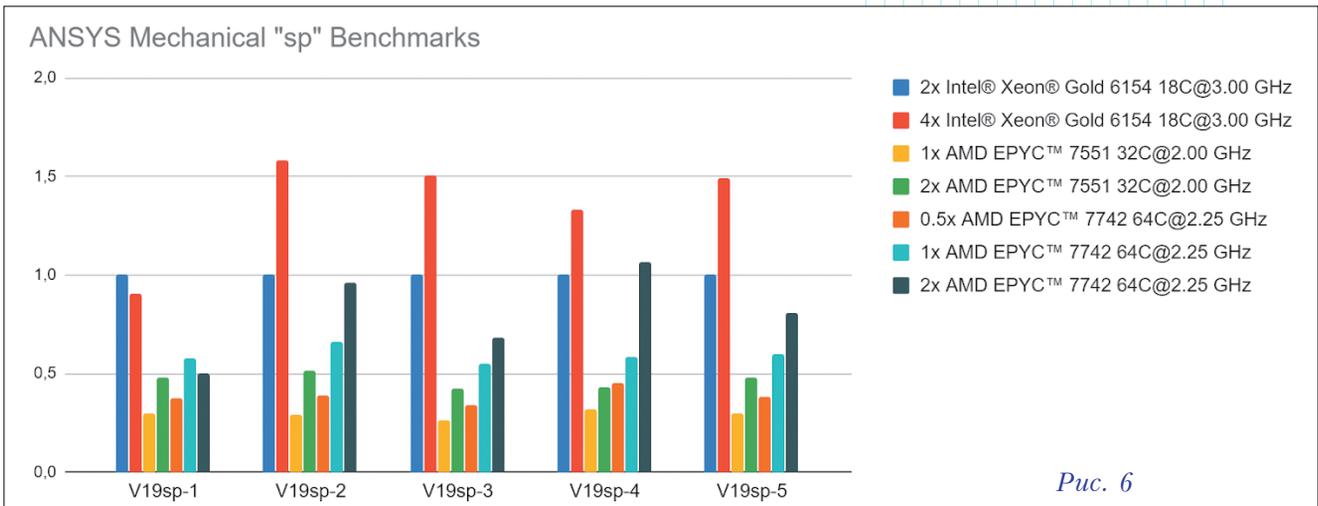


Рис. 6

решателя), которое показывает, сколько раз за сутки задача может быть решена без учета времени на подготовку модели, запись и обработку результатов. Такая мера производительности и вычислительной эффективности программного обеспечения принята в компании *Ansys, Inc.* в качестве внутреннего стандарта. Это позволяет всем желающим проводить сравнение производительности решений разных версий и на разном аппаратном обеспечении, приводя результаты к общему показателю. Большее значение рейтинга соответствует большей производительности системы.

Полученные таким образом результаты были нормированы:

- по рейтингу решателя при расчетах на шести ядрах рабочей станции, выполняемых в среде *Ansys Mechanical* и *Ansys Fluent*;
- по рейтингу решателя при расчетах на 36 ядрах *Intel Xeon* для задач *Ansys Mechanical*, *Ansys Fluent* и *Ansys CFX*.

Для итогового сравнения результаты были представлены в виде диаграмм (рис. 1÷3).

Здесь надо отметить, что задачи механики разделены на три категории:

- 1) *cg* – задачи, решаемые итерационными решателями *PCJ* и *JCG*;
- 2) *ln* – задачи на поиск собственных значений при помощи решателей *PCG Lanczos* и *Block Lanczos*;
- 3) *sp* – задачи для решателя с разреженной матрицей *Sparse*.

На диаграммах видно, что для бенчмарков “*cg*” и “*ln*” (рис. 1, 2) системы с одним процессором *AMD* показывают сопоставимый или лучший результат, чем системы *Intel* с аналогичным числом ядер (которое набирается уже за счет использования двух

процессоров). Однако добавление второго процессора *AMD* не дает практически никакого прироста производительности, что связано с неоптимальной настройкой *NUMA*, про которую мы говорили выше.

На бенчмарках “*sp*” (рис. 3) процессоры *Intel* безоговорочно выходят в лидеры. Так, в тесте *19sp-4* рабочая станция с 6-ядерным *Intel Core i7* опережает сервер с 32 ядрами *AMD EPYC 7551*. Можно утверждать, что процессоры *AMD* в рассматриваемых системах не справляются с теми задачами, где требуются большие объемы памяти.

Для более наглядного сравнения высокопроизводительных процессоров можно обратиться к диаграммам с нормированием по показателям расчетов на процессорах *Intel Xeon* с 36 ядрами (рис. 4÷6).

Как было отмечено ранее, применить все рекомендуемые настройки повышения производительности для процессоров *AMD EPYC 7742* нам не удалось. Как следствие, проблемы с масштабируемостью за пределы одного процессора можно видеть и для гидродинамических задач, решаемых при помощи *Ansys Fluent* (рис. 7, 8). Для всех задач можно констатировать, что удвоение числа ядер для *Intel* ведет к росту производительности на 70÷80%, тогда как у *AMD* прирост производительности составляет 10÷20%.

Вероятно, невозможность корректной настройки *AMD EPYC 7742* оказала влияние и на решение задач *Ansys CFX*, но даже без дополнительных настроек процессоры *AMD EPYC 7742* показали результаты, близкие к результатам *Intel* и даже превосходящие их. Однако при масштабировании задачи на два сокета ожидаемого прироста производительности не происходило (рис. 9).

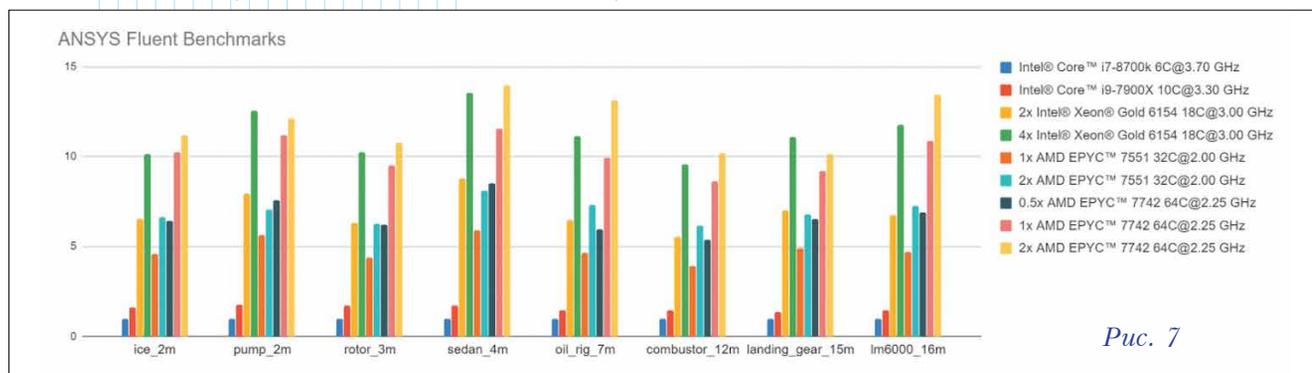


Рис. 7

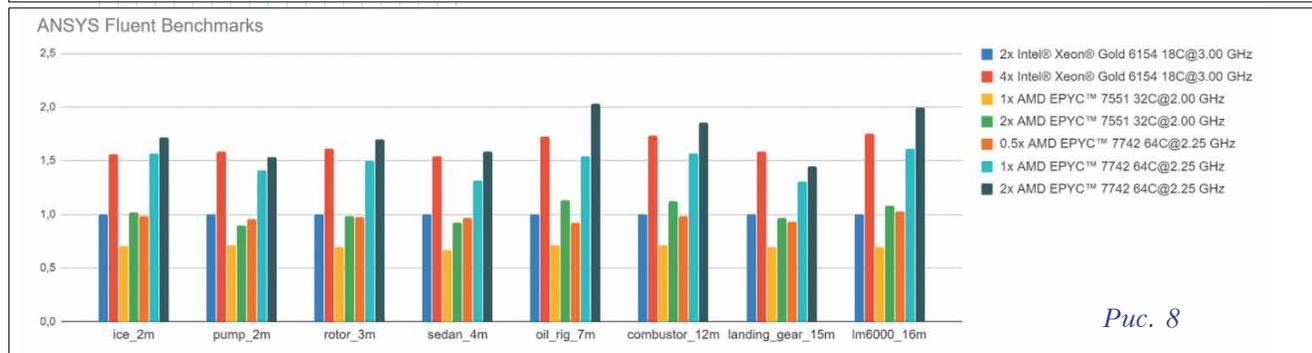


Рис. 8

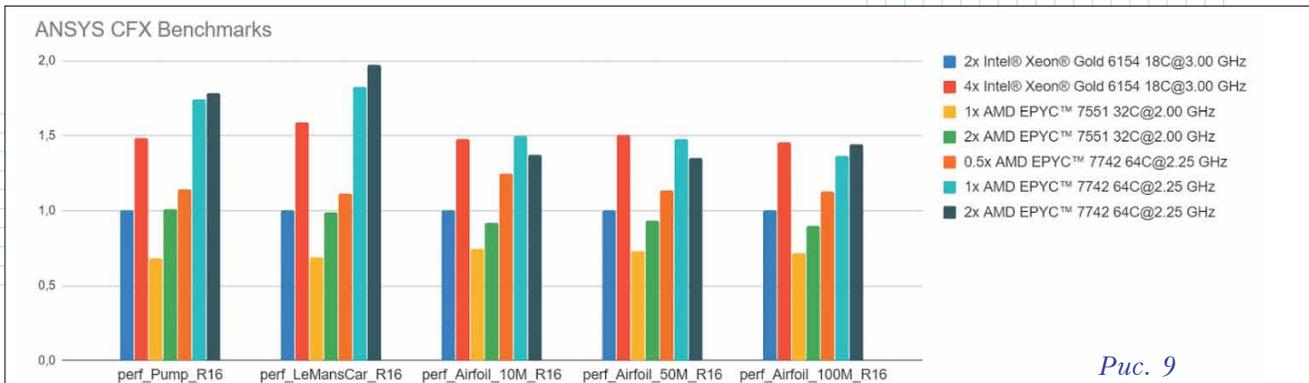


Рис. 9

При анализе результатов данного исследования важно обратить внимание на стоимость аренды оборудования и лицензий *Ansys*, чтобы понять структуру расходов в облачной модели с посекундной тарификацией. Ценовые показатели для узлов, используемых в тестовых стендах в облаке *HPC Hub*, приведены в табл. 2.

Лицензирование высокопроизводительных вычислений во всех решениях *Ansys* производится по ядрам, поэтому для расчетов на процессорах *AMD EPYC 7742* потребуется большее число лицензий, что может быть компенсировано меньшим периодом аренды в случае более высокой производительности. Однако в облачном решении, задействованном в данном исследовании, итоговая стоимость при использовании полной вычислительной мощности каждого стенда одним из решателей с лицензиями сервиса *eCADFEM* оказывается примерно одинаковой. Более того, для всех трех

Табл. 2. Ценовые показатели для используемых узлов

Тип узла	Ядер на узел	Цена за ядро, USD/час	Цена узла, USD/час
2 × Intel Xeon Gold 6154 RAM 384 GB	36	0.075	2.700
2 × AMD EPYC 7551 RAM 512 GB	64	0.03	1.920
2 × AMD EPYC 7742 RAM 2048 GB	128	0.049	6.272

стендов потребовалось одинаковое количество лицензий: 1 лицензия на решатель и 3 лицензии *Ansys HPC Pack*, что покрывает возможности расчетов одной задачи в диапазоне числа ядер *CPU* от 36 до 132.

Структура расходов в комплексном решении приведена на двух диаграммах (рис. 10, 11).

В заключение важно подчеркнуть, что наибольший интерес в семействе процессоров *AMD EPYC* представляет второе поколение. Они действительно демонстрируют перспективную производительность в прикладных инженерных задачах, хотя и не лишены ограничений в случае активной работы с памятью. Для более репрезентативного сравнения мы надеемся провести повторные тесты наших *AMD EPYC 7742* в режиме *NPS4*.

Что же касается облачной модели использования ПО *Ansys* и вычислительного оборудования, то по структуре расходов наглядно видно, что зачастую выгоднее арендовать вычислительную среду с большим количеством ядер и минимизировать тем самым продолжительность расчета – чтобы сократить расходы на повременную аренду лицензий *Ansys* в рамках сервиса *eCADFEM*.

**Авторы**

- Дмитрий Боровков, системный администратор АО “КАДФЕМ Си-Ай-Эс”
- Вильгельм Битнер, генеральный директор *HPC Hub Research LLC* (Россия), кандидат технических наук
- Евгений Протасенко, генеральный директор *HPC Hub, Inc.* (США)

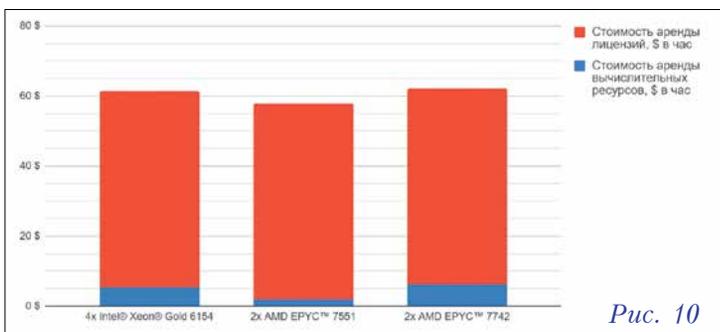


Рис. 10



Рис. 11