

2. ОБЗОРЫ

2.1. ПРОГРАММНАЯ И АППАРАТНАЯ ЗАЩИТА ДАННЫХ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Замбрано Гуаман Роджер Мартин. – аспирант МФТИ

Предлагаемый аналитический обзор посвящен имеющимся на сегодня решениям по обеспечению информационной безопасности, точнее, безопасности данных и вычислений. Чтобы обеспечить нужную безопасность, на практике приходится применять аппаратные и программные средства для надежной защиты информационной среды, не ограничиваясь только одним из подходов. В этом плане, как удаётся показать, процессоры «Эльбрус» обеспечивают надежную защиту программных и аппаратных комплексов общего назначения, что связано с особенностями российской школы создания и применения вычислительной техники. В этом заключается одно из преимуществ России, которое может быть использовано в конкурентной борьбе, где лидеры меняются часто и достаточно неожиданно. В этом плане рассматривается пример аутсорсинга в области разработки программного обеспечения.

Введение

Чтобы обеспечить максимальную безопасность вычислений или данных, нужно учесть, с чем будет связана или с какой информацией будет работать система. Однако бывает так, что решения одних задач, оказываются также эффективны и для других задач, ранее даже не ставившихся. В этом отношении очень поучительна история «Эльбрусов» и применявшейся в них аппаратной защиты вычислений, которая оказалась весьма эффективной в борьбе с агрессивным программным обеспечением. Главный конструктор Эльбруса 1 Всеволод Сергеевич Бурцев до того, как приступить к этой работе, занимался разработкой вычислительных систем для противоракетных комплексов С-300. Именно там были повышенные требования к надежности вычислений. Его статья по надежности многопроцессорных комплексов [Бурцев, 1987] написана уже после завершения Государственных испытаний МВК «Эльбрус-2», в то время как идеи, изложенные в ней, и модульный принцип построения комплекса были с успехом реализованы в системе С-300 (1967-1972 гг.). В дальнейшем эти идеи оказались очень эффективны для защиты от вирусных атак, причем не от каких-то определенных вирусов, а от любых [Бабаян, 2003]. Надо заметить, что этот случай не является исключением.

Также надо отметить, что в данный момент существуют два способа обеспечения безопасности информационной системы: программный способ и аппаратный способ. О них следует сказать несколько слов до более подробного обсуждения.

Программный способ

При обсуждении программного способа обеспечения безопасности вычислений выделяют следующие разновидности прикладных пакетов: операционная система, антивирус, Брандмауэр, перехватчики информации и новые инструменты, связанные с искусственным интеллектом, которые применимы в социальных сетях и в новой квантовой криптографии.

Аппаратный способ.

К аппаратным средствам защитной информации можно отнести, например, микропроцессоры, которые могут в определенной степени гарантировать почти полную защиту системы. Дело в том, что процессор, такой как «Эльбрус», построен по принципу широкого командного слова. То есть это, по сути, простая машина.

Простая в том, что не нужно реализовывать сложную логику процессоров, построенных по принципу RISC или CISC, которые ради повышения производительности занимаются поиском параллельно исполняемых операций в потоке инструкций, их переупорядочиванием и т. п.

Это сложная логика, которая присутствует во всех процессорах: Intel, AMD, ARM, MIPS. Сделать ее достаточно мощной, способной загружать параллельно большой парк исполнительных устройств, — очень большая и сложная работа. Она требует больших ресурсов, в том числе большого транзисторного бюджета [Недбайло Ю.А. (2017)].

Как уже было сказано выше, процессор «Эльбрус» имеет широкое командное слово. Такая архитектура больше характерна для цифровых сигнальных процессоров. Тем не менее, он является универсальным процессором. Любые алгоритмы, любые задачи идут на нем достаточно эффективно.

Прежде всего, архитектура «Эльбруса» достаточно гибкая. Это не просто широкое командное слово. В ней присутствует много инструментов поддержки, которые, фактически, выполняют ту же роль, которую выполняют механизмы переупорядочивания операций и поиска зависимостей в системах типа RISC или CISC. [Недбайло, 2017].

Кроме того, компилятор «Эльбруса» эффективно «вытягивает» параллелизм, планирует микрооперации и достаточно плотно заполняет широкую команду.

В результате на тестах типа SPEC CPU, например, процессор «Эльбрус» получает очень хорошее заполнение командного слова, в среднем – порядка двух-трех операций в такт. Это больше, чем у RISC-процессоров, если посмотреть на то, как заполняется конвейер современных RISC-процессоров на пакете программ SPEC CPU. Там будет порядка одной инструкции в такт.

Пределная возможность команды современных «Эльбрусов» — порядка 25 операций в такт. В реальной жизни, конечно, значительно меньше заполняется. В хороших плотных участках – это пять-шесть операций в такт. Бывает, что десять. Больше очень редко можно увидеть. Но заполнение команды растёт, если «помочь» компилятору подбором опций компиляции или небольшими изменениями в исходных кодах. Знание работы компилятора позволяет процессору сильно оптимизировать исходные коды.

Опыт показывает, что за счет оптимизации программного обеспечения его работу на «Эльбрусе» можно ускорять в несколько раз. Один и тот же код, взятый из open source, скомпилированный даже на высоком уровне оптимизации, но без какого-то вмешательства человека, без анализа, можно ускорить в два-три раза. Бывает, что и больше. Это особенности «Эльбруса». И связано это с тем, что ресурсы широкой команды действительно велики. Можно с помощью каких-то доработок исходных кодов добиваться того, что широкое слово начинает заполняться плотнее. При этом естественный код работает быстрее.

Можно ожидать, что при использовании микропроцессора/вычислительных систем на базе «Эльбрус» можно гарантировать полноценную и комплексную защиту системы и разбирать проблемы развита информационного права и оценки угроз информационной безопасности.

Место процессора «Эльбрус» среди других процессоров

Прежде, чем перейти к описанию тонкостей микропроцессора «Эльбрус», хотелось бы поговорить о некоторых разновидностях процессоров, созданных другими производителями. Конечно же, эта тема не могла бы обойтись без процессоров ИНТЕЛА, АМДи и Снапдрагон.

Микропроцессор «ИНТЕЛ»

Компания ИНТЕЛ занимается разработками микропроцессоров на территории Китая и США, начиная с легендарного микропроцессора «8086» на Западе и заканчивая новым микропроцессором «Core i9». Она играла ключевую роль в применении архитектуры Неймана и в появлении компьютерных клонов. Большое влияние в производстве микропроцессоров данного типа оказывает Коста-Рика, так как природные ресурсы этой страны по большей части обеспечивают производство компании Интел.

Технология, которая применялась и применяется в микропроцессорах Интел – это Hyper-threading technology, что в переводе с английского языка означает «гиперпоточность». Эта технология позволяла охватить рынок компьютерных игр до определенного момента, пока другие компании и другие направления в науке не стали обеспечивать распределение при вычислении и кластеризации в разных архитектурах. [Недбайло, 2017].

Микропроцессор «AMD» (Advanced Micro Devices, с англ.- «передовые микроустройства»)

Эта компания занимается производством микропроцессоров и в данный момент является лидером в этой области по причине более эффективного и более дешевого производства, чем Интел. Кроме того, с 2019 года и даже раньше, ее производство связано с разработкой графических микропроцессоров, в том числе с встраиваемыми графическими микропроцессорами.

Микропроцессор «Снапдрагон»

В специализацию данной компании входит разработка портативных (мобильных) микропроцессоров. Часть этой компании находится в Сан-Диего (в США) и в Китае. Ее доля на рынке составляет 15 процентов, в производстве мобильных устройств она также сотрудничает и с другими компаниями. Стоит отметить, что при таком количестве и разновидности устройств при новых технологиях в последнее время общему пользователю очень трудно отличить, с какими процессорами он работает, настолько они похожи [Jerger, Krishna, Peh, 2017].

Микропроцессоры «Elbrus»

Наименование «Elbrus» -акроним от англ. ExpLicit Basic Resources Utilization Scheduling -«явное планирование использование основных ресурсов».

Процессорная архитектура, разрабатываемая в российской компании МЦСТ¹ (первоначально означает «Московский центр SPARC-технологий»), используется при создании микропроцессоров с 1992 года. Данные микропроцессоры используются в рабочих станциях для гражданских и военных целей. Особенностью этой компании является направленность исключительно на работу с операционной системой ЛИНУКС, что обеспечивает многомасштабный уровень защиты информации как аппаратно, так и программно. [Кожин., Сахин 2013].

¹АО «МЦСТ» (первоначально Московский центр SPARC-технологий)— российская частная компания, специализирующаяся на разработке: универсальных микропроцессоров; микроконтроллеров; управляющих вычислительных комплексов; оптимизирующих и двоичных компиляторов и операционных систем. Имеет опыт разработки супер-ЭВМ «Эльбрус». (доступен по ссылке: <http://www.ineum.ru/publikacii-ineum>)

Хотелось бы обратить внимание, что на практике существуют стартапы и энтузиасты, которые принимают участие в разработке и создании новых видов микропроцессоров, и не нужно о них забывать, так как от таких идей, как показывает история, рождаются новые передовые технологии [Kalibera и др. 2006].

В данном обзоре внимание акцентируется на процессорах «Эльбрус», производящей эти процессоры компании МЦСТ и на ее показателях в области экономики, а также безопасности, доступности при использовании и внедрении процессоров «Эльбрус» на рынок России и БРИКС.

Основой этого обзора является наблюдение зависимости стран БРИКС и стран, не входящих в их состав, от технологий, которые были разработаны в других технологических державах, что является явным нарушением суверенитета, потому что применимость технологий влияет на целостность и сохранность важных объектов государств и самих граждан. Те рекомендации, которые будут введены в эту работу, являются выводами от моих наблюдений и экспериментов, которые учитывают экономическую и политическую установку в этих государствах (БРИКС). Кроме того, они являются рекомендациями от Совета Безопасности Российской Федерации, из «Оранжевой книги» (**Оранжевая книга** – это основной документ, который устанавливает критерии и правила оценки защищенности компьютерных систем. **Оранжевая книга** лежит в основе национальных критериев **защиты информации** от несанкционированного доступа в странах Европы, Канады, России), а также с конференции по безопасности в городе Гармиш-Партенкирхен Германии в 2017 году и от моего уважаемого научного руководителя Козырева Анатолия Николаевича.

В этой работе рассматриваются преимущества и недостатки в работе с микропроцессором «Эльбрус» и его уровень защиты, некоторые методы обхода систем безопасности и проникновения в открытые информационные системы. Информационная безопасность, как и многое в нашем мире, представляет собой две стороны одной медали. С одной стороны, мы можем проводить аудит, искать способы проникновения и улучшения защиты и даже применять их на практике, а с другой — работаем над защитой. Некоторые тесты на проникновение и выносимость являются частью нормального жизненного цикла любой ИТ-инфраструктуры, позволяя по-настоящему оценить возможные риски и выявить скрытые проблемы.

В мире информационной безопасности людей, которые занимаются взломом информационной системы, условно разделяют на три группы: «черные шляпы» (black hat), «серые шляпы» (грэй хат) и «белые шляпы» (гуайт хат). В чем их принципиальное отличие? Первые занимаются незаконным взломом и проникновением, последние же – в рамках правового поля – («белые шляпы») занимаются исключительно «законным аудитом».

И всегда интересно знать, может ли быть взлом законным? Конечно, может! Законным взлом информационных систем может быть в двух случаях: первое – когда взламываем принадлежащую нам информационную систему; и второе – когда взламываем сеть организации, с которой заключено письменное соглашение.

Осталось, конечно, описать, что делают «серые шляпы». Они взламывают информационную инфраструктуру и не используют полученные ими доступ или информацию в каких-либо своих целях, а сообщают о найденной уязвимости владельцу ресурса.

Безопасность, как Химера

В настоящий момент в области безопасности, в частности, в информационной безопасности, если специалист по данной тематике говорит, что может гарантировать стопроцентную защиту от взломов — это ложь! С уровнем технологий, который мы имеем в данный момент, можно только снизить риск проникновения в информационную систему. Однако, новая криптографическая технология на базе квантовых вычислений «якобы» может гарантировать стопроцентную защиту от взломов. Но на практике не были найдены материалы или техника, которые могут работать в таких условиях. Есть всего-навсего методы приближения, которые в теории могут снизить уязвимость практически до нуля. По разным оценкам через десять лет будет достигим технологический уровень, способный применять квантовое вычисление на практике. Существует информация из открытых источников, что только две вычислительные машины с квантовой технологией работают в штатном режиме, но с ограничениями. Но пока их вычислительная мощность достигла нескольких терафлопс, как у обычного компьютера на данный момент. Ученые, которые разрабатывают такие устройства, очень надеются, что через несколько лет смогут достичь технологической сингулярности – это могло бы позволить человечеству гарантировать стопроцентный уровень защищенности в информационном пространстве. Но пока этого нет. Эволюция информационных технологий за последние пять лет в общем показала, насколько важно уметь их создавать, контролировать, управлять и уничтожать, с учётом таких тем, как этика, мораль, биологическая ценность, социальная справедливость и юридическое равноправие. К сожалению, те социальные изменения, которые нужны в данный момент в обществе, не будут появляться параллельно изменениям и правилам, которые уже существуют в информационном пространстве. Наше общество («реальное общество») не готово к таким изменениям. Если говорить о морали, пока мы не можем ответить на следующие вопросы: кто виноват при применении автономной системы оружия, когда страдают невинные люди? При применении искусственного интеллекта – кто виновен в создании нестабильных биологических систем (вирусы, бактерии, человек-мутант и прочее)? Данная тема хоро-

шо раскрыта в художественном фильме под названием «**Апгрейд**» (англ. *Upgrade, улучшение, обновление*).

В 2020 году высокий уровень развития в информационных технологиях дал возможность определить – насколько устойчиво нынешнее общество к появлению вирусов, потому что только мощные вычислительные комплексы могли определить геномы вируса **sars-cov-2**. К таким странам, обладающим подобными технологиями, относятся: Российская Федерация, Китай, Южная Корея. Сложившаяся мировая ситуация 2020 года наглядно показала важность данного направления. С этим связаны социальная справедливость и юридическое равноправие как ресурсы развития.

Где более или менее гарантированы стабильность и устойчивое развитие? Конечно, в тех странах, которые могут обеспечить безопасность здоровья граждан – то, что делается через целенаправленные компьютерные системы безопасности.

Также хотелось бы подчеркнуть, что при создании международного геополитического баланса информационные технологии стоят на первом месте, но, к сожалению, не существует в мире международного соглашения поведения сторон при информационной войне – хакерских атаках, нарушении суверенитета стран в информационном пространстве и др.

Похоже, только в Российской Федерации присутствуют ряд норм и правил, которые более–менее приближаются к регулированию информационных конфликтов между странами и улучшению защиты персональных данных граждан. Что касается американского континента, то там нет подобных законов, которые могли бы максимально защитить граждан. Технологические права развиваются лишь в некоторых странах: Бразилии и США. Продолжая анализ, в качестве сравнения хочу привести в пример следующее.

Среди европейских стран такие законы на будущее предлагает Англия.

В Азии Сингапур уже разрабатывает законы о защите данных.

И не стоит забывать про Израиль. Это единственная страна, среди граничащих с ней других государств, которая имеет хороший потенциал в этом направлении.

Переходя с относительно общей линии в более узкую нишу моего анализа, необходимо заметить и сравнить характеристики процессоров и операционных систем «Эльбруса» с процессорами и системами «Интел».

«Эльбрус» – это лучший вариант?

В связи с принятием год назад (17 января 2020 года) новой стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, разработчик российских процессоров МЦСТ сильно активизировался и неожиданно начал **публично общаться с потенциальными заказчиками** своих процессоров и материнских плат. Так что информация по его текущим процессорам и его планам на будущее стала доступнее.

А это позволяет проводить более объективный анализ.

Семейство российских процессоров «Эльбрус», несколько поколений которого уже было разработано компанией МЦСТ, произведено в ограниченных количествах на Тайваньских фабриках TSMC (производства внутри России пока нет, но такие цели поставлены в стратегии развития электронной промышленности). Актуальным на сегодня является восьмиядерный процессор Эльбрус-8СВ, партия которого должна прийти в Россию этой осенью в количестве 10 тысяч штук.

Как известно, помимо **Эльбрусов**, компания МЦСТ имеет линейку процессоров **МЦСТ-R** на другой архитектуре с другой системой команд. Кроме того, в России есть и процессор **Байкал**, имеющий уже третий вариант архитектуры и третью систему команд.

Так какой же процессор наиболее перспективный? Во-первых, тот, архитектура которого имеет ещё не исчерпанный потенциал увеличения быстродействия, так как частотный потенциал на данном этапе развития технологий, скорее всего, уже закрыт. Во-вторых, тот, производство которого сложнее всего прекратить внешними санкциями.

Давайте разберёмся в этом глубже. Сегодня процессор можно создать тремя способами:

1. Купить готовый **проект ядра** у зарубежной компании (проектная лицензия) и использовать его при разработке своего процессора (так сделан российский процессор Байкал).
2. Взять архитектурную лицензию на право разработки процессора **с соответствующей системой команд** (так сделана линейка процессоров МЦСТ-R, лицензия фирмы Sun). Можно также взять свободно распространяемую архитектурную лицензию (например, RISC-V).
3. Самостоятельно разработать систему команд (как раз-таки процессоры «Эльбрус») — наиболее серьёзный и технологически независимый путь, при котором даже в случае отзыва лицензий на второстепенные модули сохраняется самое важное — система команд, то есть сохраняется вся экосистема разработанного для этого процессора ПО. Любые второстепенные модули в случае проблем с лицензиями практически всегда можно заменить, и это не отразится ни на операционной системе, ни на прикладных программах.

Таким образом, у «Эльбруса», как сказано выше, российская архитектура ядра и российская система команд (архитектура так называемого широкого командного слова, дающая выигрыш в производительности). Так что никто не отнимет лицензию ни на ядро, ни на систему команд (а такие случаи происходили, например, с китайской компанией Хуавэй).

Под процессор «Эльбрус» и его систему команд разработан специальный **компилятор** и адаптирована к нативным кодам операционная система «Линукс». К сожалению, на данном этапе для упрощения миграции ПО приходится использовать именно «Линукс» (перекомпилированный под нативные команды), что, однако, не отменяет, будем надеяться, появления в будущем ОС собственной архитектуры.

Почему нужна своя ОС для Эльбруса?

Эльбрус имеет архитектурные особенности, для которых очень важна гармония в связке «железо-ПО». На нижнем уровне этим занимается уже упомянутый выше оптимизирующий компилятор, но это не отменяет необходимости попытаться оптимизировать и верхний уровень, саму архитектуру операционной системы, что вряд ли полноценно возможно в случае «Линукс».

Более того, задача разработки новой системы даст толчок развитию архитектурной мысли, даст повод пересмотреть старые приёмы и концепции. Например, можно как-то иначе организовать файловую систему для ускорения поиска файлов, повышения надёжности и даже увеличения гибкости. Реализовать в ней другие назревшие уже идеи, которые сегодня невозможно воплотить в рамках старых систем и архитектуры x86.

Собственная ОС с новыми архитектурными решениями придаст статусность всему аппаратно-программному комплексу, да и стране-производителю в целом, а это немаловажно. А то как-то несolidно — железо своё есть, а родной операционной системы нет. Повторюсь, что наличие родной операционной системы никак не означает запрет на использование других систем на базе Линукса. Будет соревнование, а конкуренция всегда на пользу потребителю. Кроме того, в новой системе можно будет предусмотреть совместимость с имеющимся прикладным ПО или облегчённую его портацию.

Вопрос места производства

В настоящее время процессоры «Эльбрус» производятся на Тайваньских фабриках, которые в настоящий момент сильно перегружены, поэтому происходит большая задержка между заказом и получением продукции (8-11 месяцев, в зависимости от объёма партии). Например, заказанные недавно 10 тысяч процессоров Эльбрус-8СВ придут только осенью.

Такие задержки, а также опасность санкций приводит к необходимости авральными темпами организовывать производство процессоров внутри России. И скорее всего, в ближайшие годы это произойдёт. По крайней мере, в стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года такие цели обозначены. Например, там записана «разработка и промышленное освоение кремниевых технологий производства электронной компонентной базы с топологическими нормами 65-45 нм, 28 нм, 14-12 нм, 7-5 нм и последующий выпуск изделий на их основе, а также разработка изделий по кремниевой технологии с топологической нормой 5 нм с последующим выпуском изделий на их основе на зарубежных фабриках и переносом производств в Российскую Федерацию».

Планируется создать кремниевые фабрики, работающие в режиме «фаундри» для выпуска цифровых интегральных микросхем с топологическими нормами 28 нм, 14-2 нм, 7-5 нм. Так что в ближайшие годы Российская Федерация может обеспечить себе полную технологическую независимость.

Давайте посмотрим, какие сегодня в России есть процессоры «Эльбрус» и какие процессоры появятся в недалёком будущем. Ведь есть тенденция, что в ближайшее десятилетие знания об этом процессоре будут очень востребованы.

На сегодня актуальны следующие модели (красной рамкой обведён процессор, который производится в настоящее время):



Рисунок 1. Процессоры Эльбрус

(начнём с процессора предыдущего поколения, тем более что он практически столь же актуален, ибо в обычных вычислениях несильно проигрывает лидеру).

Эльбрус-8С (1891ВМ10Я)

Тестирование первых инженерных образцов процессора **четвёртого** поколения Эльбрус-8С

Эльбрус-8С

- Производительность - до 250/125 Gflops (SP/DP);
- Количество ядер – 8;
- архитектура Эльбрус v4
- Тактовая частота – 1,3 ГГц;
- ОЗУ – DDR3-1600, четыре канала (до 76,8 ГБ/с)
- Канал ввода-вывода: 16 Гбайт/с (дуплекс)
- До 4 микропроцессоров с общей памятью
- Потребляемая мощность 70-90 Вт;
- Технология – 28 нм;
- Количество транзисторов ~ 3.5 млрд;



Соответствует требованиям к российским СБИС 2-го уровня

эльбрус

Рисунок 2. Характеристики процессора Эльбрус-8С (1891ВМ10Я)

началось в конце 2014 — начале 2015 года. В 2016 году началось серийное производство процессора. По сравнению с процессором предыдущего поколения 4С, в него был добавлен кэш третьего уровня². У процессора следующие характеристики:

Для справки процитируем выдержку из ПП 719 о требованиях к российским СБИС 2-го уровня.

Интегральная схема 2-го уровня это:

Наличие у юридического лица — налогового резидента Российской Федерации, не находящегося под контролем иностранного государства, и (или) международной организации, и (или) иностранного юридического или физического лица, и (или) иностранной структуры без образования юридического лица:

1. прав на топологию интегральной схемы, зарегистрированных на территории Российской Федерации в установленном порядке в федеральном органе исполнительной власти по интеллектуальной собственности, за исключением раскрытия топологии стандартных ячеек и сложнфункциональных блоков в случае применения библиотек стандартных ячеек и сложнфункциональных блоков, принадлежащих зарубежным компаниям;

2. прав на конструкторскую и технологическую документацию (за исключением технологической документации в случае, если фабрика-изготовитель находится за пределами территории Российской Федерации), включая документацию на используемые сложнфункциональные блоки, не являющиеся предметом собственной разработки, в объеме, достаточном для проектирования и производства соответствующей интегральной схемы на территории Российской Федерации, на срок не менее 5 лет, за исключением случаев, когда правовыми актами Российской Федерации установлены иные предельные сроки заключения лицензионных договоров (соглашений).

3. Выполнение на территории Российской Федерации следующих операций:

а) проектирование и разработка интегральной схемы, разработка топологии интегральной схемы;

б) измерение и испытание интегральной схемы.

² сайт МЦСТ

В переводе на вменяемый русский это означает, что микросхема будет считаться **российской** и пользоваться соответствующими предпочтениями при закупках, если:

1. компания-разработчик платит налоги в России;
2. компания-разработчик имеет права на топологию схемы;
3. компания-разработчик имеет права на конструкторскую документацию;
4. компания-разработчик осуществляет проектирование и разработку схемы и её топологии, её измерение и испытание на территории России.

Все процессоры Эльбрус соответствуют этим требованиям и даже частично их превышают. Но до 1-го уровня не дотягивают, ибо производятся пока на Тайване.

Эльбрус-1С+ (1891ВМ11Я)

Одновременно с серверным вариантом вышел Эльбрус-1С+ — это одноядерный вариант процессора того же **четвёртого** поколения, со сниженным энергопотреблением. Условно говоря, это процессор для ноутбуков МЦСТ.

В процессор Эльбрус-1С+ был добавлен встроенный графический контроллер. Он содержит ускоритель 3D-графики, поддерживающий OpenGL. Поддерживает вывод изображения высокой чёткости на 2 монитора с разрешением Full HD и на 1 монитор с разрешением Quad HD.

В процессорах 4-го поколения МЦСТ начал догонять тенденции, которые уже были в мировой практике (кэш 3-го уровня, интегрированная графика).

Эльбрус-8СВ (1891ВМ12Я)

Спустя 3 года, в 2018 году, была завершена разработка процессора **пятого** поколения Эльбрус-8СВ.

В процессор введена векторизация (векторные 128-битные вычисления), то есть операции над целыми массивами данных в качестве операндов. В связи с этим произошло удвоение и пиковой производительности на определённых задачах. Заметим, что в программах, где не используется векторизация, указанной производительности, конечно, не будет [Горлушко, 2019].



Рисунок 3. Эльбрус 1С+

Эльбрус-8СВ

- Производительность - до 580/290 Gflops (SP/DP);
- Количество ядер – 8;
- **архитектура Эльбрус v5**
 - SIMD 128
 - Улучшение работы с невыровненными данными
 - Улучшение работы в многопроцессорном режиме
- Тактовая частота – 1,5 ГГц;
- ОЗУ – **DDR4-2400**, четыре канала (до 76,8 ГБ/с)
- Канал ввода-вывода: 16 Гбайт/с (дуплекс)
- До 4 микропроцессоров с общей памятью
- Потребляемая мощность 70-90 Вт;
- Технология – 28 нм;
- Количество транзисторов ~ 3.5 млрд;



Соответствует требованиям к российским СБИС 2-го уровня

эльбрус

Рисунок 4. Хаоактеристики процессора Эльбрус 8СВ

По сравнению с процессором предыдущего поколения, Эльбрус-8С, он обеспечит небольшой рост производительности в программах, не использующих векторные команды только за счёт некоторого прироста частоты, а также за счёт использования новой памяти DDR 4 ECC. Так что если нет специфических задач, где могла бы быть использована векторизация, то не будет большой разницы между Эльбрус-8С и Эльбрус-8СВ [Канер, 2006].

С другой стороны, DDR 4 проще найти на рынке, чем DDR 3. К тому же для Эльбрус-8С подходит не каждая память DDR 3, в то время как для Эльбрус-8СВ таких ограничений нет, поэтому он всё же более практичен. На настоящий момент на TSMC заказана партия в **10 000 штук**, которая ожидается осенью [МЦСТ]

Эльбрус-16С

- Система на кристалле – не требует КПИ!
- Производительность - до 1500/768 Gflops (SP/DP);
- Количество ядер – 16;
- архитектура Эльбрус v6
 - Аппаратная поддержка (полной) виртуализации
 - Поддержка (полной) виртуализации в кодах x86
 - Доп. улучшение работы с невыровненными данными
 - Поддержка инструментирования кода для динамической компиляции
- Тактовая частота – 2 ГГц;
- ОЗУ – **DDR4-3200**, 8 каналов (до 200 ГБ/с)
- PCI-Ex. 3.0 x 16/32 (до 60 Гбайт/с)
- До 4 микропроцессоров с общей памятью
- Потребляемая мощность ~110 Вт;
- Технология – 16 нм;
- Количество транзисторов ~12 млрд;



*Соответствует требованиям к
российским СБИС 2-го уровня*

эльбрус

Рисунок 5. Характеристики процессора Эльбрус 16С

Эльбрус-16С(1891ВМ***)

В 2020-м году были получены первые инженерные образцы процессоров **шестого** поколения, серверного Эльбрус-16С и экономичного варианта Эльбрус-2С3.

Эльбрус-16С будет первым процессором в линейке, которому не нужен южный мост, всё собрано на кристалле. Предыдущие процессоры требовали применения южного моста (КПИ-2).

В Эльбрус-16С добавлена аппаратная поддержка полной виртуализации (в предыдущих процессорах она была контейнерной). Процессоры Эльбрус-8С и Эльбрус 8СВ могли работать в виртуализованных средах, только если эта среда была рассчитана на контейнерную виртуализацию. Эльбрус-16С позволяет запускать целиком виртуальные машины с немодифицированными операционными системами внутри, не подозреваемыми, где они запущены. Также поддерживается полная виртуализация и в кодах x86. Можно запустить внутри виртуальной машины Windows, Linux и т.д. Можно запустить одновременно несколько таких виртуальных машин. Также готовится программное паравиртуализованное ядро, которое позволит практически применять технологию полной виртуализации в том числе и на предыдущих процессорах Эльбрус-8С и Эльбрус-8СВ. Реализована поддержка инструментирования кода для динамической компиляции [Кожин, Сахин, 2013]. Процессор позволяет с относительно низкими накладными расходами собирать профиль исполнения программ. Ведётся работа над созданием компилятора, который будет использовать эту информацию для компиляции. В процессоре серьёзно повышена производительность ввода-вывода (производительности оперативной памяти), так что это уже будет настоящий серверный процессор мирового уровня. Поддержка памяти ВВК4-3200, 8 каналов. На сегодня это максимум в мировой практике.

Эльбрус-2С3 (1891ВМ***)

В 2021 году ожидается завершение разработки экономичного двухядерного варианта процессора **шестого** поколения Эльбрус-2С3:

Это процессор для ноутбуков и экономичных компьютеров, а также для встраиваемой техники. Ядро такое же, как у Эльбрус-16С, но в него дополнительно встроен видеоконтроллер [Kalibera и др. 2006].

Видеоконтроллер поддерживает 3D-ускорение (по лицензии), выход на 3 монитора. Поддерживает разные стандарты вывода, как устаревший VGA, так и HDMI, а также поддерживается подключение напрямую к матрицам. В процессоре имеются аппаратные кодеки видеопотока, 2D-движок собственной

разработки (фактически российская видеокарта), позволяющий комфортно работать до разрешений 4K, независимо выводить на 3 монитора, поворачивать изображение (актуально для планшетов), ускорять 2D -операции и т. д.

Эльбрус-2С3

- Система на кристалле
- Производительность - до 192/96 Gflops (SP/DP);
- Количество ядер – 2;
- архитектура Эльбрус v6
- Тактовая частота – 2 ГГц;
- ОЗУ – DDR4-3200, 2 канала (до 50 Гб/с)
- PCI-Ex. 3.0 x 16 (до 30 Гбайт/с)
- Встроенная видеоподсистема:
- Аппаратные видеозакодеры:
 - Google BigE (VP9)
 - Imagination E5810MP3 (H.264/265)
- Аппаратные видеодекодеры:
 - Google G2 (VP9)
 - Imagination D5520MP3 (MJPEG, MPEG-1, MPEG-2, H.263/264/265, MPEG-4, VP8)
- Потребляемая мощность ~10 Вт;
- Технология – 16 нм;



- 3 независимых дисплейных контроллера
- 4 видеовыхода: 1xRGB, 2xHDMI(+звук), 1xLVDS
- разрешения FullHD, "2.5k", "4k"
- видеовыходы DVI/HDMI, LVDS, DSI, DisplayPort
- VGA-совместимость
- 2D: блиттер, alpha blending, YUV, оверлеи, повороты на 90°
- 3D: Imagination PowerVR GC6650 (300 GFLOPS SP, 9 Gpix/s)

эльбрус

Рисунок 6. Эльбрус 2С3 – процессор для ноутбуков

Эльбрус-12С (1891ВМ***)

В 2022 году ожидается завершение разработки очень интересной промежуточной модели процессора, находящейся между Эльбрус-16С и Эльбрус-2С3. Это будет процессор для рабочих станций и серверов начального уровня. Вот эта модель обещает быть очень актуальной для рядового пользователя. Обещается доступная цена, что может косвенно свидетельствовать о планах МЦСТ – именно этот процессор сделать доступным для покупок частными лицами.

Защита от закладок в TSMC

На сегодняшний день производство процессоров «Эльбрус» находится на Тайваньской фабрике TSMC, поскольку МЦСТ является бесфабричной компанией, как, например, AMD. Такой же стратегии сегодня придерживается и Apple. В связи с существенным усложнением производства современных процессоров такой подход набирает популярность.

Вместе с тем, в стратегии развития микроэлектронной промышленности РФ заложено строительство в России собственной фабрики для производства процессоров, а также в планах разработка и собственного оборудования для неё (ПП 2136) [Jeger, Krishna, Peh, 2017].

Возможна ли установка шпионских «закладок» на иностранной фабрике? Вероятность этого крайне мала. На фабрику не передаётся документация на архитектуру процессора. Передаётся только документация на фотошаблон. Кроме того, в процессор закладываются различные ловушки и системы тестирования, с помощью которых можно выявить изменения в процессоре.

Актуальность «Эльбрусов»

Россия активно проводит давно задуманную цифровизацию. Для этого требуется много серверов для систем хранения данных, центров обработки данных и в ближайшей перспективе — всевозможных облачных сервисов, сервисов облачных вычислений. Это очень удобный момент для того, чтобы совместить это с возрождением микроэлектронной промышленности России, чтобы большинство потраченных на цифровизацию денег осталось на территории России.

В связи с этим принята новая стратегия развития электронной промышленности РФ, принято множество постановлений Правительства, выделены деньги (350 миллиардов рублей на первые три года). [Хеннесс, Паттерсон, 2016].

Очень удачным выглядит то, что имеющаяся в полном распоряжении России архитектура процессора «Эльбрус» изначально разрабатывалась как архитектура для суперкомпьютеров, а сегодня является серверной архитектурой. Благодаря этому, есть чем закрыть потребности в больших вычислительных мощностях, что хорошо для безопасности, если это будет сделано на российских процессорах.

Также на базе серверных процессоров Эльбрус (16С) разработаны и процессоры для рабочих станций (12С) и даже для ноутбуков и планшетов (2С3). То есть, у «Эльбрусов» есть почти вся линейка

разновидностей процессоров (кроме процессоров для смартфонов), которые, однако, можно сделать на базе второй линейки процессоров МЦСТ-R архитектуры SPARC, являющейся разновидностью RISC, которую сегодня проще сделать энергоэкономичной.

Преимущество архитектуры «Эльбрус» для госслужб

Для многих государственных служб важным этапом является сертификация ФСТЭК. Её проходит оборудование, например, для хранения данных паспортов россиян. Со временем оборудование устаревает, перестаёт справляться с объёмами, и нужно покупать более новое и опять проходить сертификацию.

В случае «Эльбрус» срок службы оборудования увеличивается за счёт того, что производительность может быть существенно поднята простой перекомпиляцией исходного кода программ более новым оптимизирующим компилятором.

Это происходит из-за того, что именно в компилятор вынесено из процессора распараллеливание кода, которое с каждой новой версией компилятора становится эффективнее.

Разработанный недавно процессор следующего поколения 16С имеет производительность более, чем два раза большую, чем у 8СВ. Он работает на частоте 2 ГГц и выполнен по техпроцессу 16 нм. Его якобы «отставание» оценивается не более, чем в 2 года.

В 2025 году ожидается **Эльбрус-32С**, который собираются выпускать по нормам 7 нм. Его производительность также ожидает существенный рост. Скорее всего, никакого отставания к тому времени уже не будет



Рисунок 7. Эльбрус 32С

На это играет также торможение с техпроцессами, остановка роста частот и производительности у конкурентов, упёршихся в физический предел. При техпроцессах 7-5-3 нм, помимо всего прочего, быстроедействие схем процессора ограничивается уже не скоростью срабатывания транзисторов, а сопротивлением соединительных проводников. Поэтому существенного роста производительности процессоров конкурентов уже не ожидается.

Возможен ли разгон?

Да, возможен – путём повышения напряжения и дополнительного охлаждения. В кэшах 1-го, 2-го и 3-го уровня заложен некоторый резерв для этого. Но, начиная с определённого момента, резко начинает расти температура. Возможен разгон отдельных экземпляров процессоров 8С и 8СВ на 200 МГц

Что есть российского в производстве, кроме процессора?

На компьютерах с процессором «Эльбрус» самостоятельно разрабатываются:

- Сетевой интерфейс Ethernet
- SATA
- Протокол передачи процессор-чипсет
- Контроллер памяти
- 2D-графика
- Стеклотекстолит
- Разъёмы

Четырёхпроцессорная материнская плата на Эльбрус-8СВ

Почему нет сокета?

Процессор напаивается на плату, а не вставляется в разъём (сокет) по следующим причинам:

1. Удешевление и повышение надёжности.
2. Отсутствие смысла в апгрейде, поскольку процессоры переживают бурный рост и каждое следующее поколение процессоров требует другой разводки на плате. Замечу,

что каждое новое поколение процессоров производительнее предыдущего более, чем в 2 раза, а не на проценты, как у конкурентов.

Таким образом, хотелось бы ответить на следующий вопрос:

Может ли Россия создать оборудование для производства современных процессоров?

По мнению авторов некоторых источников, России с её существующим потенциалом трудно соревноваться с остальными конкурентами в мире микроэлектроники. На сегодняшний день эта точка



Рисунок 8. Материнская плата

зрения подтверждается тем, что свои восьмиядерные процессоры Эльбрус-8СВ Россия производит не у себя, а на тайваньской фабрике TSMC, причём по нормам относительно старого технологического процесса 28 нм, а новый шестнадцатиядерный процессор Эльбрус-16С предполагается произвести в 2021 году там же, по нормам 16 нм. Вместе с тем первые инженерные образцы перспективного тридцатидвухядерного процессора Эльбрус-32С, выполненного по нормам 7 нм, планируется получить к 2025 году и, вероятно, всё на той же фабрике.

А что в России?

По открытым источникам сегодня Россия самостоятельно может выпускать процессоры по нормам не менее **65 нм** (завод «Микрон»). Оборудование используется зарубежное.

А что в мире?

Сегодня для выпуска процессоров по нормам 7 нм и меньше используется специально очень дорогое оборудование, которое выпускает только одна компания — нидерландская ASML. Сложность заключается в генерации и свойствах электромагнитного излучения необходимой длины волны, которое проецирует топологию процессора на подложку через маску в процессе фотолитографии.

Ранее для этого применялось электромагнитное излучение длиной волны 248, 193 и экспериментально 157 нм (DUV, глубокий ультрафиолет). Максимальное разрешение, достигаемое при использовании «глубокого» ультрафиолета, составляет 50-60 нм. Использование мультипаттернинга (несколько последовательных операций литографии и травления) позволяет добиться разрешения и до 10 нм. Для экспонирования используются линзы и жидкость в качестве среды.

Сегодня в установках ASML применяется излучение длиной волны 13,5 нм (EUV, экстремальный или сверхжесткий ультрафиолет). Эта длина волны находится уже на границе с рентгеновским излучением. Для экспонирования используются не линзы, а зеркала и вакуум в качестве среды, поскольку для сверхжесткого ультрафиолета линзы, воздух и жидкости являются непрозрачными материалами.

Новая технология ощутимо дороже предшествующей. Её разработку финансировали ведущие разработчики процессоров и памяти разных стран. По некоторым оценкам, стоимость самостоятельной разработки оборудования для EUV-литографии на сегодняшний день составляет порядка 100 миллиардов рублей в течение примерно 10 лет (если с нуля), что много для бизнеса, но вполне подъёмно для государства. Конечно, есть проблемы в виде отсутствия элементной базы, что ещё, видимо, добавит стоимости и времени, но зато расширит сферу компетенций и подготовит почву для следующего этапа, скажем, для электронной литографии.

Но в статьях десятилетней давности доминировала точка зрения, что, «поскольку в России нет необходимости освоения массового производства процессоров по нормам 22 нм и ниже, EUV-сканеры собственной разработки ей не нужны». На самом деле, на сегодняшний день России уже нужно массовое производство процессоров по современным нормам в рамках импортозамещения.

Стоит ли сейчас начинать собственную разработку EUV-сканеров? В принципе, ещё не поздно. Технология только-только начинает массово применяться. У России есть шанс быть если не в лидерах, то хотя бы в числе стран, которым доступно производство процессоров вне зависимости от санкций. Поскольку технология только внедряется, она ещё будет актуальной в течение ближайших 10-15 лет.

Кроме того, в России есть серьёзные наработки для этого. По информации ещё от 2012-го года, разработкой оптической системы и её элементов для фотолитографических установок, работающих на длине волны 13,5 нм, и прототипа самой установки занимается в Институте физики микроструктур (ИФМ) РАН в Нижнем Новгороде член-корреспондент РАН Николай Салашенко. На сегодняшний день институт занимает одно из лидирующих мест в мире в рентгенооптике. Так что один из ключевых компонентов — зеркала — у России фактически есть. Тем более, что они уже (неожиданно) разрабатывались для ASML.

Источник излучения создается под руководством ведущего научного сотрудника Константина Кошелева в Институте спектроскопии (ИСАН) РАН в подмосковном Троицке. Там тоже разрабатывали источник излучения в интересах ASML (столь же неожиданно). Так что и здесь всё очень даже неплохо.



Рисунок 9. ASM в ИФМ РАН

Сверхточными системами позиционирования, которые можно использовать и в фотолитографических установках, занимается «Лаборатория «Амфора» в Москве. Нарботка тоже есть.

Вместе с тем, очевидно, что эта технология уже находится на грани физических возможностей. Именно поэтому она настолько дорогая. Для неё нужны мощные лазеры для излучения необходимой длины волны и очень ровные зеркала. Поэтому, вряд ли следующий шаг будет осуществлён банальным увеличением частоты лазера, поскольку сделать ещё более гладкие зеркала за приемлемые деньги практически не представляется возможным.

Поэтому имеет смысл уже сегодня начать разработку следующей технологии.

Что в перспективе?

А в перспективе всё тот же Институт физики микроструктур (ИМФ) РАН в Нижнем Новгороде. Поскольку технология производства EUV-сканеров для фотолитографии от ASML окупается только при выпуске чипов в количествах, реализовать которое можно только при глобальном рынке, что для России пока недоступно, Институт разрабатывают более дешёвую установку **безмасочной литографии**. Эта технология не требует фотошаблонов, а формируемая на подложке топология получается путем непосредственной засветки околорентгеновским (а в перспективе – и электронным) лучом. По приближительным расчётам, при должном усердии и финансировании установка должна получиться дешевле на порядок.

Ключевым звеном в этой технологии является микрооптическая электромеханическая система — МОЭМС, которая используется для управления лучами с помощью микрзеркал. МОЭМС разрабатывается в России совместным с Нидерландами предприятием «Маппер». Так что это звено в России уже есть. Размер зеркала у серийно выпускаемых МОЭМС составляет около 10×10 мкм, хотя пока не получается отражать нужную длину волны. Но теоретически, при таком размере и при использовании околорентгеновского излучения с длиной волны 13,5 нм и меньше, становится достижимым разрешение системы на уровне нескольких нанометров, как у самых современных установок EUV-фотолитографии. Также возможно создать МОЭМС с размерами зеркал 4 мкм.

Так что перспективы очевидны, даже вполне надёжны – находятся не на нулевом этапе. Нужно лишь достаточное финансирование для достижения результата.

Как устроена IT-индустрия в странах БРИКС

Наиболее интересные страны БРИКС с точки зрения цифровизации это, безусловно, Индия и Бразилия, если не считать Китая, о котором следует говорить отдельно, и отчасти – Бангладешь.

Бразилия: высокий спрос, европейские стандарты и российские зарплаты

Обычно, если в стране развита IT-индустрия, местные компании охотно нанимают инженеров-иностранцев, особенно из России. Но на рынке технологий есть интересный и противоречивый игрок — Бразилия.

С одной стороны, стартапы здесь растут, как грибы после дождя – постоянно появляются новые юникорны, а спрос на инженеров так подскочил, что их зарплаты выросли чуть ли не в два раза. А с другой стороны, вакансии от бразильских фирм в публичном пространстве что-то не появляются.

Главные игроки бразильского IT-рынка – крупные корпорации, стартапы и финтех-компании

Вообще Бразилия — вполне экономически развитая страна. По общему ВВП она на 8 месте в мире и опережает большинство Европейских стран. А по ВВП на душу населения — на 80 месте из 189 и опережает, например, Украину и еще парочку стран Европы.

Государство	место	ВВП (по ППС) за 2018 г.
 Китай	1	25362
 США	2	20494
 Индия	3	10498
 Япония	4	5415
 Германия	5	4456
 Россия	6	4051
 Индонезия	7	3495
 Бразилия	8	3366
 Франция	9	3037

С технологиями в Бразилии тоже все в порядке. Если говорить о зарубежных компаниях, то многие гиганты из США приходят в первую очередь именно сюда и уже потом в Европу и Россию. В основном из-за географии — близкий часовой пояс, добраться удобно. И рынок в целом чуть свободнее, а аудитория готова принимать инновации — 140 миллионов используют соцсети, 94% населения имеют смартфон, 73% — компьютер. Так было с Uber и многими другими компаниями, крупными и не очень. Соответственно, в Бразилии компании открывают свои филиалы и постепенно двигают индустрию вперед.

Своих IT-компаний тут тоже хватает. Причем с 2017 года здесь появилось много успешных юникорнов — сейчас их 11. Для

сравнения, в России пока нет ни одного.

Первым был 99taxi, сервис такси, который здесь существовал еще до Uber. Еще есть Nubank — он больше Тинькоффа, оценивается в 25

Рисунок 10. Показатели ВВП

миллиардов долларов. Совсем недавно, в 2021 году юникорном стал Loft – сервис по покупке квартиры через платформу.

Что произошло с IT-рынком в Бразилии из-за пандемии?

В Бразилии во время пандемии ввели очень строгий карантин, причем в некоторых штатах локдаун продолжается до сих пор. При этом бизнес был к этому готов еще меньше, чем в России — у многих магазинов просто не было своих сайтов, они не были готовы принимать оплату онлайн. А люди не были готовы платить через интернет — тут до сих пор далеко не все пользовались банковскими картами и предпочитали наличный расчет.

Чтобы не умереть, бизнес начал судорожно уходить в онлайн. И всего за год сфера e-commerce выросла на 70%. Для сравнения, в России рост за 2020 год по разным оценкам составил около 18%. А в поддержку сферы e-commerce выросла и сфера финтеха, чтобы обеспечивать транзакции через интернет. Плюс на фоне такой популярности появилась куча компаний, которая предлагает цифровизацию бизнеса «под ключ» — создать сайт, наладить продажи, обеспечить финансовые потоки.

На фоне этого спрос на IT-инженеров невероятно вырос. Сейчас, практически всех инженеров уровня senior разобрали — причем почти все работают удаленно, сидят дома и трудятся сразу над несколькими проектами. Не хватает ни бэкэндеров, ни фронтендеров, ни специалистов по Data Science — вообще никого.

Индия: Как Индия стала главным IT-аутсорсером и почему сейчас наступил провал

В декабре 2019 года издание Financial Times (FT) опубликовало статью, посвященную тому, как Индия стала главным IT-аутсорсером и почему теперь наступил провал. На рубеже столетий западные технологические компании беспокоились, что «ошибка 2000 года» (Y2K, проблема, связанная с тем, что разработчики ПО, выпущенного в XX веке, иногда использовали два знака для представления года в датах, например, 1 января 1951 года в таких программах представлялось как «01.01.51») может привести к поломке компьютерных систем. Но источник тревоги для одной части света стал шансом на лучшую жизнь для другой. Такие компании, как Tata Consultancy Services (крупнейший в Индии IT-аутсорсер), приступили к работе, развернув команды высококвалифицированных и недорогих работников для обновления внутренних систем многонациональных клиентов. Убедив иностранные компании отдать IT-услуги в Индию на аутсорсинг, такие компании, как TCS, Infosys и Wipro, помогли стране присоединиться к глобальным цепочкам сбыта. По данным отраслевой группы Nasscom, годовой доход индийской IT-индустрии составляет \$170 млрд, а работает в ней 4 млн человек. Однако после мирового финансового кризиса 2008 года клиенты стали все менее охотно подписывать дорогостоящие контракты, сокращая доходы аутсорсеров. По данным Credit Suisse, рост индийского рынка IT-аутсорсинга снизился с 50% до 10% в 2019 году.

Глобализация, в которой процветали IT-компании, вдруг ошетилилась. Практика отправки индийских сотрудников на более богатые рынки по визам для найма на местах вызвала негативную политическую реакцию в США и других странах. Смещение интересов, вызванное торговой войной США и Китая, а также выходом Великобритании из ЕС, побудило клиентов придержать средства, ранее направляемые на аутсорсинг. По оценкам Nomura, рост доходов ведущих аутсорсинговых компаний должна была упасть с 8,5% в 2019 году до 7% и ниже в 2020-м. Пока данных об этом нет.

Подобные тенденции стали причиной внутренних столкновений. Так, сотрудники Infosys обвинили руководителей в недобросовестном ведении бизнеса, когда они попытались повысить краткосрочные финансовые показатели. В результате акции компании упали в цене, а Комиссия по ценным бумагам и биржам США (SEC) начала собственное расследование.

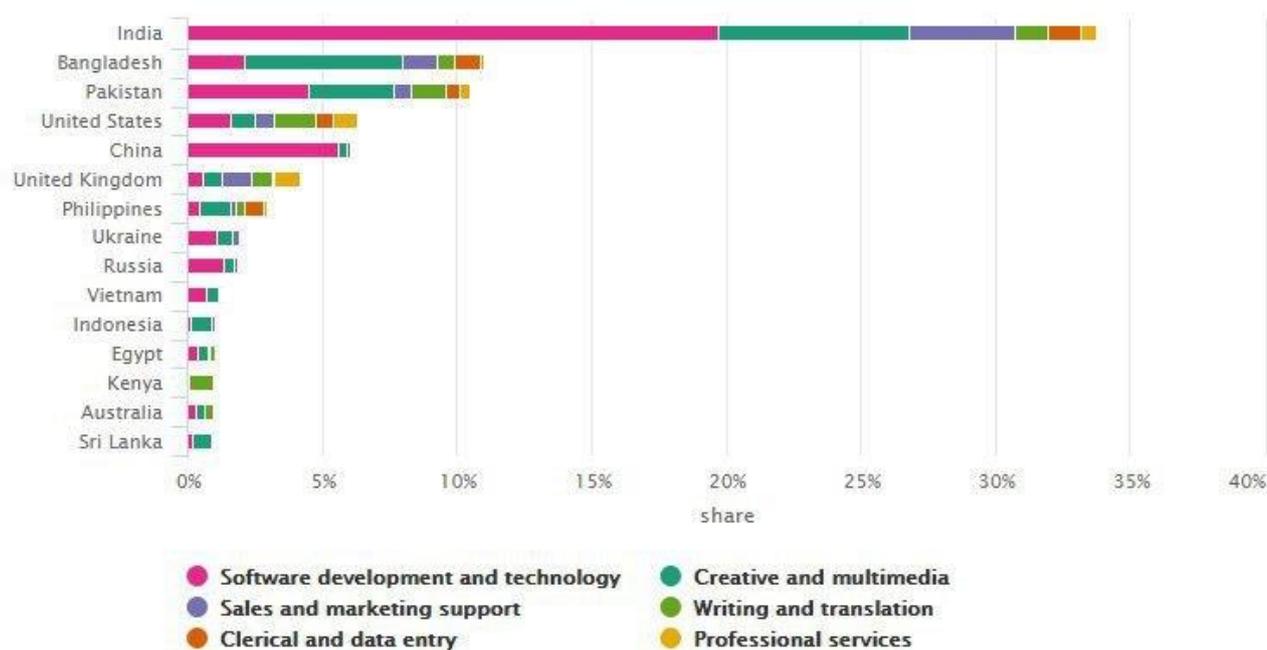
Кроме того, рынок старается идти в ногу с технологическими достижениями. Рост числа компаний, предлагающих облачное программное обеспечение для бизнеса, предоставил клиентам экономически эффективную альтернативу банкам данных на местах. В свою очередь, автоматизация сократила потребность в большом количестве подрядчиков для рутинных задач. Отсюда и снижение спроса на поставщиков услуг IT-аутсорсинга.

К 2019 году начали процветать компании, продающие готовое облачное программное обеспечение для бизнеса и управления, такие как Zoho. Директор отдела технологического развития Zoho Раджендран Дандапани (Rajendran Dandapani) отмечает, что облачные технологии позволяют компаниям использовать приложения Zoho с минимальными инвестициями. Например, Zoho предлагает клиентам полный доступ к своим продуктам за 1 доллар в день [Хеннеси, Паттерсон, 2016].

Однако индийские IT-гиганты, такие как TCS и Infosys, считают, что могут обратить эти тенденции в свою пользу. Они вкладывают значительные средства в разработку «цифровых» устройств на основе ИИ для выполнения повседневных задач или развертывания технологий на основе Интернета вещей. На эти разработки приходится около трети выручки обеих компаний. К тому же глобальная IT-индустрия остается достаточно фрагментированной, что позволяет крупным игрокам постепенно избавляться от конкурентов.

Бангладеш теснит Индию по числу программистов.

Лидером IT-аутсорсинга на 2019 г традиционно является Индия, где много дешевых программистов (пусть большинство из них и окончило двухнедельные курсы).



Source: Online Labour Index.

Рисунок 11. Развитие АйТи индустрии в странах БРИКС

Но в это время Индию теснят новые игроки, такие, как Бангладеш, ставший, благодаря доступному интернету в городах и большому количеству квалифицированных специалистов, уже вторым по количеству сотрудников-фрилансеров в мире, на него приходится 16% от их общего числа. По этому показателю Бангладеш еще уступает Индии (24%), но опережает США (12%).

Россия занимает на этом рынке 12 место с долей около 1%. Об этом говорится в исследовании Оксфордского института интернета.

Каждый десятый из 44 млн молодых людей Бангладеша является безработным, тысячи квалифицированных специалистов не могут найти работу. В результате они получают дополнительную специальность в ИТ и устраиваются на аутсорс в иностранную компанию. По данным ICT, из 650 000 фрилансеров в Бангладеш регулярно работают порядка 500 000, зарабатывая больше \$100 млн в год.

Выводы

В связи с проникновением цифровых технологий во все новые области человеческой жизни и деятельности, все более значимую роль играют вопросы информационной безопасности, включая безопасность вычислений, защиту от разного рода сбоев и ошибок, а также защиту данных от несанкционированного вмешательства. На фоне обострения международной обстановки важность защиты вычислений и данных от недружественного вмешательства только возрастает.

Российская школа разработчиков вычислительной техники унаследовала от СССР традицию уделять особое внимание безопасности вычислений, что изначально было связано с разработкой высокоэффективных комплексов ПВО, а позже воплотилось в архитектуре процессоров «Эльбрус». В период, последовавший за развалом СССР, развитие этой линии исследований не прекращалось, хотя и было затруднено. В результате мы имеем на сегодня самые защищенные процессоры в мире, архитектура которых разрабатывается в России, но микросхемы производятся на Тайване. Такая ситуация достаточно типична, многие фирмы размещают там заказы на производство микросхем, но большую безопасность могло бы обеспечить производство всего изделия внутри страны.

Наличие научной школы, позволяющей разрабатывать самые безопасные процессоры в мире, дает России шанс на участие в гонке за лидерство, как минимум, в тех сферах применения вычислительной техники, где безопасность – главный критерий..

Литература

1. Альфонсо Д.М., Исаев М.В., Костенко В.О. Разработка системы тестирования и повышения выхода годной продукции для кэш-памяти микропроцессора, изготовленного по технологическим нормам 28 нм –Москва: Вопросы радиоэлектроники, 2014
2. Бабаян Б.А Защищенные информационные системы. Сайт www.elbrus.ru/mcst/pub.shtm! 4.
3. Бурцев В. С.. Значение создания ENIAC в развитии информационно-вычислительных и управляющих систем в России. В кн.: В.С.Бурцев. Параллелизм вычислительных процессов и развитие архитектуры супер ЭВМ. М., 1997, с.5-17.

4. Бурцев. В. С. Надежные характеристики многопроцессорных комплексов и анализ надежности МК "Эльбрус-2" / – М.: ОВМ АН СССР, 1987. – 26 с. : ил.; 22 см. – (N169).
5. Горлушко Д.С. (ЗАО «МЦСТ») D. Gorlushko Аспекты Применения Объектно-Ориентированного Подхода в Регрессионном Тестировании компиляторов.
6. Канер С., Фолк Дж., Нгуен Енг. Тестирование программного обеспечения. К.ДиСофт, 2000.
7. Кожин А.С., Сахин Ю.Х. (2013) Коммутация соединений процессорных ядер с общим кэшем третьего уровня микропроцессора "Эльбрус-4 С+" Вопросы радиоэлектрони ки . 2013. No. 3. С. 5–14.
8. Недбайло Ю.А. (2017) Разработка сети на кристалле для перспективных многоядерных микро процессоров. Труды Московского физико-технического института, 2017. Т.9 .No . 2 (3 4) .
9. Хеннеси Д.Л., Паттерсон Д.А. (2016) Компьютерная архитектура. Количественный подход. Изда 5-е. -М.: ТЕХНОСФЕРА,2016.
10. Jerger N. E., Krishna T., Peh L.S.(2017) On chip networks. Synthesis Lectures on Computer Architecture. Т. 12 . No. 3 .2017.С. 1-210.
11. Tomas Kalibera, Jakub Lehotsky, David Majda, Branislav Repsek. (2006)Automated Benchmarking and Analysis Tool, 2006 (<http://www.acm.org>).
12. Kozhin A S. The 5th generation 2 8 nm 8-c o r e VLIW Elbrus-8 C processor architecture 2016 International Conference on Engineering and Telecommunication (EnT) . –IEEE. 2 0 16 . PP. 8 6–90.
13. Ma Y., Kan E.C. Non-Logic Devices in Logic Processes. –Springer, 2017

References in Cyrillics

1. Al`fonso D.M., Isaev M.V., Kostenko V.O. Razrabotka sistemy` testirovaniya i pov`sheniya vy`xoda godnoj produkcii dlya ke`sh-pamyati mikroprocessora, izgotovlennogo po texnologicheskim normam 28 nm –Moskva: Voprosy` radioe`lektroniki, 2014
2. Babayan B.A Zashhishhenny`e informacionny`e sistemy`. Sajt www.elbrus.ru/mcst/pub.shtm! 4.
3. Burcev V. S.. Znachenie sozdaniya ENIAC v razvitii informacionno-vy`chislitel`ny`x i upravlyayushhix sistem v Rossii. V kn.: V.S.Burcev. Parallelizm vy`chislitel`ny`x processov i razvitiye arxitektury` super E`VM. M., 1997, s.5-17.
4. Burcev. V. S. Nadezhnostny`e karakteristiki mnogoprocessorny`x kompleksov i analiz nadezhnosti MVK "E`l`brus-2" / – М.: ОВМ АН СССР, 1987. – 26 с. : ил.; 22 см. – (N169).
5. Gorlushko D.S. (ZАО «MCzST») D. Gorlushko Aspekty` Primeneniya Ob`ektno-Orientirovannogo Podxoda v Regressionnom Testirovanii kompilyatorov.
6. Kaner S., Folk Dzh., Nguen Eng. Testirovanie programmnogo obespecheniya. K.DiaSoft, 2000.
7. Kozhin A.S., Saxin Yu.X. (2013) Kommutaciya soedinenij processorny`x yader s obshhim ke`shem tret`ego urovnya mikroprocessora "E`l`brus-4 S+" Voprosy` radioe`lektroni ki . 2013. No. 3. S. 5–14.
8. Nedbajlo Yu.A. (2017) Razrabotka seti na kristalle dlya perspektivny`x mnogoyaderny`x mikro processorov. Trudy` Moskovskogo fiziko-texnicheskogo instituta, 2017. Т.9 .No . 2 (3 4) .
9. Xennessi D.L., Patterson D.A. (2016) Komp`yuternaya arxitektura. Kolichestvenny`j podxod. Izda 5-е. -М.: ТЕХНОСФЕРА,2016.
10. Jerger N. E., Krishna T., Peh L.S. (2017) On chip networks. Synthesis Lectures on Computer Architecture. Т. 12 . No. 3 .2017.С. 1-210.
11. Tomas Kalibera, Jakub Lehotsky, David Majda, Branislav Repsek. (2006)Automated Benchmarking and Analysis Tool, 2006 (<http://www.acm.org>).
12. Kozhin A S. The 5th generation 2 8 nm 8-c o r e VLIW Elbrus-8 C processor architecture 2016 International Conference on Engineering and Telecommunication (EnT) . –IEEE. 2 0 16 . PP. 8 6–90.
13. Ma Y., Kan E.C. Non-Logic Devices in Logic Processes. –Springer, 2017

*Замбрано Гуаман Роджер Мартин. – аспирант МФТИ
(martinhola777@gmail.com)*

Ключевые слова

Аппаратная защита вычислений, архитектура, защита данных, криптография,

Martin Zambrano, Software and hardware data protection: advantages and disadvantages

Keywords

Hardware protection of computing, architecture, data protection, cryptography,

DOI: 10.34706/DE-2021-02-08

JEL classification: C69 – Математические методы и программирование: дополнительный материал;
O38 – Научно-технический прогресс: правительственная политика

Abstract

The proposed analytical review is devoted to the existing solutions for ensuring information security, more precisely, the security of data and computing. To ensure the necessary security, in practice, it is necessary to use hardware and software tools for reliable protection of the information environment, not limited to only one of the approaches. In this regard, as it is possible to show, the Elbrus processors provide reliable protection of general-purpose software and hardware complexes, which is associated with the peculiarities of the Russian school of creation and application of computer technology. This is one of the advantages of Russia, which can be used in a competitive struggle, where leaders change often and quite unexpectedly. This plan considers an example of outsourcing in the field of software development.