

Интегральные Кубы памяти

Рафаил Аронович Лашевский¹, Владимир Ефимович Хавкин², Рудольф Николаевич Лаврентьев²

¹ США (Бостон)
rlashevsky@yahoo.com
² Россия (Санкт-Петербург)
rudnik311@mail.ru

Доклад посвящен судьбе интегральных ферритовых кубов памяти, которые были созданы коллективом под руководством двух американцев: Альфреда Саранта и Джоэла Барра, которых мы всю свою жизнь знали, как Филиппа Георгиевича Староса и Иозефа Вениаминовича Берга.

Воплощение идеи

После приезда Ф.Г. Староса (Sarant), и И.В. Берга (Barr) в Советский Союз в 1956 г. и создания ими лаборатории СЛ-11 на одном из заводов Радиопрома в Ленинграде, в числе первых задач стала разработка запоминающего устройства (ЗУ) для ЭВМ.

В 1950–60-е годы в домикроэлектронную эпоху основным средством хранения оперативной информации была память на миниатюрных ферритовых сердечниках. Такие устройства памяти собирались вручную и были одной из самых дорогостоящих и капризных частей любой вычислительной машины. Для больших стационарных машин с максимально возможными объёмами памяти это было, очевидно, единственно возможное решение в то время. Гораздо сложнее складывалась судьба встраиваемой миниатюрной оперативной памяти для бортовых и промышленных управляющих машин, аппаратуры связи и измерительных приборов. Попытки решить проблему в рамках уменьшения объёма памяти на сердечниках в большинстве случаев приводили разработчиков к неэффективным проектным решениям, и зачастую просто не позволяли создать необходимую аппаратуру. Поэтому совершенно естественно, что, взявшись за создание своей первой малогабаритной машины, УМ-1, Старос и Берг сразу столкнулись с этой проблемой, стали искать решение и нашли его.

В качестве прототипа был выбран куб памяти на многоотверстных ферритовых пластинах (МФП), предложенный ранее американским ученым Я. Райхманом.

Он был первым их создателем, и первые же публикации об этой новинке, появившиеся во второй половине 50-х годов в американских журналах, были замечены Старосом и Бергом во время их еженедельных интеллектуальных марафонов в БАН – библиотеке Академии наук.

Отступление:

Какие петли случаются в человеческих судьбах!

В 1967 году в разгар холодной войны в Ленинградском доме учёных встречаются два американца, два талантливых инженера, работавшие над одной и той же проблемой по разные стороны железного занавеса Ян Райхман и Джо Берг.

Они создали интегральные кубы памяти на многоотверстных ферритовых пластинах. Конечно, такие кубы были нужны, прежде всего, для бортовых систем управления советских и американских ракет и космических объектов.

Было решено создать интегральную ферритовую память, где основной частью будет многоотверстная ферритовая пластина с нанесёнными на неё печатными проводниками, заменяющими ручную прошивку кубов на тороидальных сердечниках.

Назовем основных производителей кубов на многоотверстных ферритовых пластинах. Первым был опытный участок в рамках старосовского ЛКБ (1962год)

Там не только изготавливались опытные образцы, отрабатывалась серийная технология, но и многие годы велись поставки для самых ответственных применений.

В 1962–1972 годах кубы памяти КУБ-1, 2 и 3 были освоены на девяти серийных заводах Электронной промышленности и других министерств, применялись в гражданских и военных моделях вычислительных машин, их производство продолжается до настоящего времени.

На этих фото кубы памяти:



Первым серийным заводом стал ЛЭМЗ (Ленинградский электромеханический завод). Он обеспечивал не только комплектацию для машины УМ1-НХ, но и самостоятельные поставки для других применений.

Серийное производство ферритовых пластин велось на Ленинградском ферритовом заводе. Через полвека после создания первых кубов, в конце 1990-х годов, прекратили существование все заводы, ранее производившие эти кубы. И только ЛФЗ сумел собрать всё технологическое обеспечение этих погибших производств, воссоздать выпуск кубов. Так удалось обеспечивать заказы военных на поставку этих изделий для пополнения комплектов запчастей для техники, находящейся на вооружении в течение 50 лет – там, где уникальные возможности ферритовых кубов не удалось воспроизвести даже на самых последних достижениях микроэлектроники. Информацию об этом нам любезно предоставили сегодняшние руководители и работники завода «Магнетон», его генеральный директор Анатолий Иванович Фирсенков.

Серийное производство Куб-1м и Куб-3 на Хмельницком заводе «Катион» продолжалось с 1972 по 1992 гг. Некоторое время кубы выпускались также на заводе «Кулон», входившем в состав Ленинградского объединения «Позитрон». Одними из первых освоили, и многие годы продолжали серийное производство нескольких моделей интегральных ферритовых кубов в институтах и на заводах Зеленоградского Центра микроэлектроники. Среди них первым был завод «Ангстрем», ещё до того, как он стал производителем интегральных схем. Дальнейшее производство велось в НИИ Микроприборов и продолжалось до 1991 года.

На многие годы кубы стали неотъемлемой частью бортовых машин серии «Салют», устанавливавшихся на космических пилотируемых кораблях и орбитальных станциях. Создателем этих машин и систем является коллектив НИИ Микроприборов под руководством воистину гениального человека – Героя Социалистического Труда Геннадия Яковлевича Гуськова (1918–2002).

Этот институт успешно развивал свои работы, претворяя в жизнь принципы вертикальной интеграции в современной микроэлектронике. Геннадию Яковлевичу удалось сделать то, что не позволили сделать Старосу – первым войти в «микроэлектронную космонавтику».

Старос и его команда сумели совершить непростой прорыв в области подводного кораблестроения.

Пилотируемая космонавтика была не единственным бортовым применением наших кубов. Многие годы ими комплектовались бортовые системы управления баллистических ракет подводного базирования академика В.П. Макеева (1924–1985).

Выпускались кубы и на заводах радиопромышленности. Именно на одном из них произошёл удивительный случай, когда в результате бездумного увлечения рационализаторской деятельностью в конструкцию куба заводскими работниками были внесены изменения, которые привели к массовым сбоям в составе ракетных комплексов, стоявших на боевом дежурстве. Представьте себе состояние Главного конструктора кубов, пока он не нашёл причину сбоя и отменил следствие «рационализации»!

В это время уже активно велись работы над проектом малой конфигурации вычислительно-управляющей машины УМ-1 для военных и народно-хозяйственных целей и интегральный куб памяти они оценили сразу – как его преимущества, так и недостатки. Началась обычная для шефов мозговая атака, в результате которой родились советские интегральные кубы памяти, которые были совершенно отличны от американских по своим конструктивно-технологическим решениям. Вместо литой ферритовой пластины с отверстиями для образования запоминающего элемента появилась прессованная пластина, в которой отверстия формировались в процессе ультразвуковой прошивки.

Сейчас уже не важно, какое решение было более перспективным. Важно другое – мы видим на этом примере, из чего и как складывался паритет в области вооружений и как реальные успехи в технической гонке зависели от точности выбора направлений развития.

Видим мы так же и «главный секрет», который Старос и Берг привнесли в советскую микроэлектронику – поиск новых идей в мировой научной литературе и периодических изданиях, ознакомление с этими новинками своих начальников вплоть до высших уровней руководства страны и своих подчинённых всех уровней, от своего ближайшего окружения до начинающих молодых инженеров. Неумение и нежелание идти таким путём де-

лало любого сотрудника в глазах шефов просто неинтересным, такие люди очень быстро старались найти себе другую работу.

УВМ УМ-1НХ специальным постановлением правительства внедрена в серийное производство на заводе ЛЭМЗ, выпускавшем до этого электросчетчики. Там же было освоено и серийное производство «Куб-1». Ферритовые пластины памяти и дешифратора для него изготавливал Ленинградский ферритовый завод.

Кубы памяти были разработаны для народнохозяйственных применений, поэтому имели узкий температурный диапазон, низкую механическую и климатическую устойчивость. Однако возникла необходимость использования их в составе электронного оборудования подводной лодки, к разработке которого приступило наше предприятие. В связи с этим разработчики провели доработку конструкции куба памяти для обеспечения соответствия требованиям морских групп нормами «Мороз». В результате появилась военная модификация «Куб-1М».

Поскольку других микроминиатюрных кубов памяти в нашей стране не было, проявился интерес к их применению в военной технике и со стороны ряда оборонных предприятий для аппаратуры, работающей в узком температурном диапазоне, либо в термостатированном варианте. Наиболее радикальным было решение свердловского НИИА, занимавшегося разработкой электронной аппаратуры для ракет КБ Макеева. В этом НИИ по согласованию с нами, сохранив всю начинку куба памяти, изменили конструкцию, придав ему необходимую для ракет механическую прочность. На этих кубах летали советские «Поларисы».

Одновременно с освоением кубов «Куб-1» в серийном производстве и началом их эксплуатации в составе приборов и систем велась разработка нового куба памяти «Куб-2». Было принято решение о переходе от рядных пластин к числовым с уменьшением диаметра отверстия запоминающих ячеек до 0,18мм.

Это позволило использовать эффект неограниченного магнитного потока вокруг отверстий для расширения температурного диапазона до минус 40 – плюс 60 С, что предоставило возможность применять эти кубы памяти во многих видах военной аппаратуры без термостатирования. Куб памяти на 128 чисел собирался из 8 кассет, в каждой из которых располагалось 16 пластин по 18 разрядов и элемент дешифратора на 16 чисел. Техническое задание на ОКР было согласовано с Министерством обороны и вся работа велась под контролем военной приемки.

По завершении ОКР техническая документация была передана в Зеленоград, и в 1966г. завод «Ангстрем» приступил к серийному выпуску «Куб-2».

Разработки бортовой аппаратуры на кубах памяти велись заказчиками в тесном контакте с нашим предприятием. Наиболее близкие деловые и даже товарищеские отношения сложились с такими известными радиоэлектронными НИИ как «Гранит», ВНИИРА, «Нептун», «Электроавтоматика», «Электроприбор» и другие в Ленинграде, а также с предприятиями в Москве, Свердловске, Ульяновске и других городах. Эти отношения позволяли нам отслеживать требования к новым разработкам. Так уже в 1964г. возникли пожелания о дальнейшем расширении температурного диапазона и повышении быстродействия кубов памяти. Для реализации этих потребностей, а также для обеспечения максимально возможного удовлетворения требованиям военных стандартов в 1965 – 67г.г. была выполнена ОКР «Куб-3». Было налажено производство этих кубов памяти на опытном участке и их поставка заказчикам. Одновременно решался вопрос об организации производства ферритовых пластин на заводе «Кулон» и кубов памяти на заводе «Мезон» в Ленинграде. Практически одновременно с завершением ОКР «Куб-3» и его освоением в опытном производстве началась разработка ряда блоков памяти на Куб-3 в ОКР «Электроника-300» для широкого круга применений.

Ранее задача создания оперативной памяти (БОП) для каждого конкретного применения решалась путем разработки специализированных блоков в соответствии с требованиями ТЗ. Нетрудно представить себе каких затрат сил и средств стоил такой путь решения задачи с учетом не только затрат труда на разработку схем и конструкции но и необходимость организации мелкосерийного производства каждого типа блока со всеми вытекающими из этого экономическими последствиями. Насколько нам известно, идея создания ряда блоков памяти как комплектующих изделий широкого применения до «Электроника-300» никем не декларировалась и не было попыток ее реализации в конкретных разработках. Наша попытка была первой и весьма удачной.

Известия о предполагаемом серийном производстве блоков памяти очень быстро распространились по стране. Завод начал получать заявки на поставку блоков и кубов памяти, принимать делегации будущих потребителей. Многие из них, с которыми уже ранее были сложившиеся с нами отношения, информацию получали непосредственно от нас. В результате к моменту начала производства завод имел портфель заказов на все количества, которые он мог изготовить. Это очень серьезно влияло на отношение к внедрению не только разработчика и завода, но и руководства ЮГУ МЭП.

Эти заказы покрывали все важнейшие области военной техники. Так блоки памяти закладывались в аппаратуру для туполевских бомбардировщиков – «невидимок», аэродромные посадочные радиолокаторы, системы телефонной и радиосвязи, корабельные системы управления и т.д., и т.п.

Большой интерес с самого начала внедрения БОП «Электроника-300» проявил Ижевский радиозавод. Главный инженер этого завода неоднократно приезжал на Хмельницкий завод «Катион» Благодаря ему и его команде БОП «Электроника-300» был установлен в систему радионавигации для подводных лодок.

Особые отношения сложились у нас с предприятиями космической отрасли, где технические характеристики БОП «Электроника-300» оказались вне всякой конкуренции по самым жестким параметрам, в первую очередь, по радиационной стойкости. Самая тесная связь установилась с фирмами Главных конструкторов аппаратуры для космоса.

В заключении доклада мы предлагаем вашему вниманию две фотографии блоков оперативной памяти (БОП), которыми комплектовались управляющие машины общепромышленного назначения «Электроника К-200» и боевые информационно-управляющие системы (БИУС) «УЗЕЛ».

Эта система в течение 40 лет была установлена на 75-ти подводных лодках «Варшавянка», которые до сих пор эксплуатируются на Российских флотах, флотах Индии, Китая и других стран.

