

## РАЗРАБОТКА ЕРЕВАНСКИМ НИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МАШИН МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «СЕВАН» И ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО МАСШТАБА ВРЕМЕНИ

Гамлет Арутюнович Арутюнян

ЕрНИИММ, Ереван, Республика Армения, hamhar1945@gmail.com

**Аннотация** – В докладе представлены воспоминания доктора технических наук, профессора, бывшего начальника комплексного отделения Ереванского НИИ математических машин Гамлета Арутюновича Арутюняна о разработке многопроцессорной вычислительной системы «Севан» и его операционной системы, предназначенной для замены специализированного двухмашинного вычислительного комплекса СВК на объектах глобальной АСУ Вооруженных сил СССР.

**Ключевые слова** – специализированный двухмашинный вычислительный комплекс, многопроцессорная система, операционная система реального масштаба времени, режим дублирования вычислений, система передачи данных.

### I. ВВЕДЕНИЕ

В 1981 году я был назначен на должность начальника отделения ЕрНИИММ, куда входил и отдел разработчиков системных программистов. Весь наш коллектив продолжал работы по развитию и расширению АСУ ВС. Вычислительная техника развивалась быстрыми темпами, ранее разработанные системы морально устаревали и необходимо было подумать об их замене. Знания и большой опыт, приобретённые нашим коллективом в период разработки и внедрения специализированного двухмашинного вычислительного комплекса СВК в составе объектов управления подсистем АСУ ВС давали основания надеяться, что вторую вычислительную систему мы сделаем быстрее и более качественно.

Заказчиком нового комплекса, как и заказчиком СВК, был НИИАА. Вспоминая трудности разработки и отладки операционной системы СВК, заказчик хотел заменить только аппаратную часть СВК, оставляя без изменений операционную систему. Заказчик, главные конструктора и военные опасались, что новая операционная система может привести к изменениям в функциональном программном обеспечении объектов подсистем, что не допустимо, учитывая большой объём программ и сложность отладки.

Мне пришлось много работать со специалистами НИИАА и военных организаций, чтобы убедить их в необходимости разработки вычислительного комплекса и операционной системы на совершенно новых принципах. Мы гарантировали, что совместимость с функциональными задачами СВК будет обеспечена на 100 процентов, более того, в системе подготовки программного обеспечения будет сервисная программа автоматического перевода функциональных программ из среды СВК в среду нового комплекса.

За столько лет работы меня хорошо знали в НИИАА, Министерстве обороны, Генеральном штабе, Министерстве радиопромышленности, а также во многих ведущих предприятиях и институтах обороннонаправления. Знали, уважали и верили.

Эскизный проект ВК «Севан» в части архитектуры и операционной системы разработали мы вдвоем с ведущим инженером Ануш Закарян в течение двух месяцев. На защиту эскизного проекта прибыло много специалистов из НИИАА, НИИ «Марс», НИИЭТУ и военных организаций. Было много дебатов, но мне удалось убедить комиссию, что именно гибкая, многопроцессорная архитектура нового комплекса наиболее полно отвечает требованиям АСУ ВС.

Разработку аппаратной и программной частей ВК «Севан» выполняли те же коллективы разработчиков СВК. Сотрудники были уже не молоды, имели большой опыт работы и взялись за новую работу с большим энтузиазмом.

Главным конструктором ВК «Севан», как и при разработке СВК, был Роберт Варткесович Атоян. Я был заместителем главного конструктора по разработке архитектуры и программного обеспечения. Заместителем по аппаратной части был Григорий Григорьевич Бакарян.

### II. АРХИТЕКТУРА ВК «СЕВАН»

ВК «Севан» имел многопроцессорную структуру со следующим составом основных устройств:

- Центральный процессор – до шести;

- Процессор ввода-вывода – до двенадцати;
- Оперативная память – до шести модулей (16 МБ);
- Внешняя память – 2 модуля.

Все компоненты ВК «Севан» составляли общее поле, в том числе процессоры, оперативная и внешняя памяти, каналы ввода-вывода и внешние устройства.

В систему команд процессора были добавлены новые команды, ускоряющие работу операционной системы и функционального программного обеспечения. Магнитный барабан был заменён полупроводниковым запоминающим устройством.

Для сопряжения с другими вычислительными комплексами, в том числе ВК на базе ЕС ЭВМ разработали устройство – многоканальный коммутатор связи вычислительных комплексов (МКСВК), наподобие теперешних сетевых коммутаторов (Switch).

Производительность, надежность ВК «Севан» были значительно выше, чем СВК. Многопроцессорная гибкая архитектура ВК «Севан» дала много преимуществ в части обеспечения работы в реальном масштабе времени, достоверности обработки информации и устойчивости вычислительного процесса. Система имела модульную структуру, модули были независимые, отказы отдельных модулей не влияли на функционирование других. Ремонтно-восстановительные работы проводились параллельно без нарушения функционирования системы.

Структурная схема ВК «Севан» приведена на рис. 1.

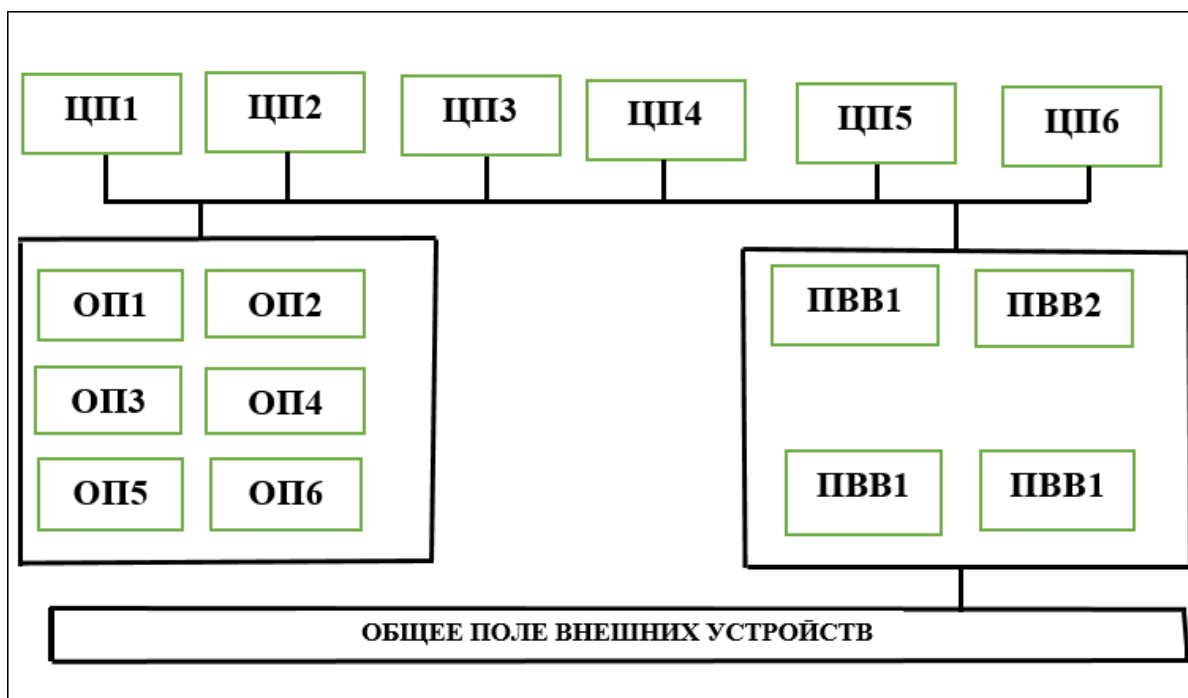


Рис. 1. Структурная схема ВК «Севан» (ЦП – центральный процессор, ПВВ – процессор ввода-вывода, ОП – оперативная память)

Основные характеристики ВК «Севан» представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Основные характеристики ВК «Севан»

Быстродействие процессора	6 300 000 оп/сек
Объем одного блока оперативной памяти	3 Мбт
Объем одного устройства внешней памяти	3 Мбт
Коэффициент готовности	0,99997
Пропускная способность процессора ввода-вывода	1 Мбит/сек

### III. ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА СВК

Операционная система организовала вычислительный процесс в следующих режимах:

1. Режим полного дублирования информации и вычисления (ПДИВ);
2. Режим частичного дублирования информации (ЧДИ);
3. Режим без дублирования информации (БДИ).

Режим ПДИВ являлся основным режимом работы ВК «Севан». В этом режиме обеспечивалось дублирование вычислительного процесса и информации ОП и внешних запоминающих устройствах (ВЗУ), благодаря чему была достигнута высокая достоверность результатов обработки информации и устойчивость вычислительного процесса к различного рода аварийным ситуациям.

Для организации режима ПДИВ вся оперативная память (ОП) условно разбивалась на две равные части. Резидентная часть ОС размещалась симметрично в обеих половинах ОП. Функциональные задачи размещались также в симметричных областях ОП и выполнялись параллельно. Адресация двух симметричных ячеек памяти отличалась только старшим разрядом адреса ОП. Понятия одномашинного и двухмашинного режимов не было. Во всех режимах производилась многопроцессорная работа системы. Режим ПДИВ можно было организовать и с одним процессором.

В режиме ЧДИ дублировались только ВЗУ и резидентная часть ОС в ОП, остальная часть оперативной памяти составляла общее поле для выполнения функциональных задач. Вычислительный процесс не дублировался.

В режиме БДИ дублировалась информация только во внешней памяти. В этом режиме была классическая многопроцессорная работа системы.

Переходы из режима в режим производились автоматически, при изменении конфигурации комплекса и нагрузки системы.

В операционной системе значительно усилили сетевые возможности, были реализованы протоколы прикладного уровня, позволяющие передавать большие массивы, файлы, организовать удаленный централизованный контроль состояний технических средств и программного обеспечения, производить удаленную отладку ПО и т.д.

Повышение производительности системы обеспечивалось многопроцессорной обработкой, причем процессоры не были привязаны к отдельным машинам и выполняли функциональные задачи на общем поле оперативной памяти. Опасности возникновения конфликтных ситуаций при параллельной работе программ операционной системы (критические секции) предотвращались использованием семафорных механизмов.

Повышение надёжности системы производилось многократным резервированием основных аппаратных ресурсов. Все аппаратные ресурсы были включены в рабочую конфигурацию и работали параллельно. Отказы отдельных устройств не влияли на работоспособность ВК. Операционная система выводила отказавшее устройство из рабочей конфигурации и составляла новую конфигурацию из исправных модулей в автоматическом режиме без нарушения непрерывности вычислительного процесса.

Повышение достоверности и целостности данных производилось путем параллельного выполнения функциональных задач, дублирования программного обеспечения и данных в ОП и ВЗУ. При обнаружении искажения информации в программном обеспечении и данных операционная система оперативно производила ее восстановление из дублированной копии как в ОП, так и в ВЗУ.

По гибкости архитектуры и системным возможностям операционной системы ВК «Севан» не имел конкурентов как в нашей стране, так и за рубежом. ВК «Севан» уступал аналогичным зарубежным системам только по показателям быстродействия, объёмам оперативной и внешней памяти.

В 1986 году новая многопроцессорная вычислительная система «Севан» со своей операционной системой успешно прошла государственные испытания и была принята на вооружение.

Ажиотажа вокруг разработки ВК «Севан» не было. Впрочем, ни оценок, ни наград также не было. Работали спокойно, и коллектив разработчиков с честью выполнил работу.

С 1981 по 1990 год ЕрНИИММ выполнял много новых работ по усовершенствованию АСУ ВС: разработка многопроцессорной ВК «Севан» с операционной системой, усовершенствование и расширение функционального программного обеспечения и КСА объектов управления, разработка подсистем АСУ ВС для военно-транспортной авиации, создание подвижных и возимых объектов управления, разработка оконечной станции коммутации телекоммуникационной сети и т.д. Все эти работы являлись работами важного государственного и оборонного значения и отвечали стратегическим интересам страны. Однако,

времена изменились, Правительство мало обращало внимание на обороноспособность страны, и ни одна из этих работ не была представлена к правительственным наградам.

Конечно, было обидно, что Правительство по достоинству не оценило результаты трудов советских ученых и инженеров, но было более обидно, когда на высоком правительственном уровне по всему миру заявляли, что наши работы не качественные, а квалификация советских специалистов ниже зарубежных. Это было большой стратегической и политической ошибкой, если не предательством отечественной научной школы и Родины.

Мы хорошо знали достижения науки и техники в мире, читали статьи, книги зарубежных специалистов, и ничего подобного не чувствовали. Отставание были в области микроэлектроники и в технологии производства микросхем. Но нужно было не сдаваться, а навёрстывать упущенное, как это делали раньше, например, при разработке ядерного оружия.

По специфике нашей работы в советское время мы непосредственно не общались с зарубежными специалистами, но потом, в постсоветское время такие встречи были много раз. Лично я не чувствовал, что по своим знаниям и опыту работы мы им уступаем. Скорее наоборот, профессиональный и интеллектуальный уровень советских специалистов в среднем был выше, чем зарубежных. Многие специалисты ЕрНИИММ, оказавшиеся за границей, успешно устроились на работу в престижные ИТ-компании Европы и США.

Профессиональный уровень и научно-технический потенциал нашей команды, разработавшей два вычислительных комплекса СВК и ВК «Севан» и две операционные системы, в то время были очень высоки, этому могли позавидовать самые известные компании мира. Когда мы познакомились с разработанной для персональных компьютеров операционной системой MS DOS компании Microsoft, то нашли там много недостатков и считали, что мы могли бы разработать лучшую систему в течение 2-3 месяцев. К сожалению, все это было потеряно.

#### VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Многопроцессорная вычислительная система «Севан» с операционной системой, разработанная Ереванским НИИ математических машин, по архитектуре и системным возможностям превосходила отечественные и зарубежные системы аналогичного класса и должна занять достойное место в истории развития вычислительной техники и программного обеспечения Советского Союза.

2. ВК «Севан» являлся основным вычислительным комплексом в комплексе средств автоматизации объектов управления и долгие годы успешно функционировал на объектах АСУ МО.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Академик Владимир Сергеевич Семенихин // Виртуальный компьютерный музей. [https://www.computer-museum.ru/articles/galg glory\\_ru/1411/](https://www.computer-museum.ru/articles/galg glory_ru/1411/)
2. Ереванский научно-исследовательский институт математических машин // Виртуальный компьютерный музей. <https://www.computer-museum.ru/histussr/niimm.htm>