

поширюватись з досягненнями природознавства, залученням до цього можливостей математики, біологічних наук. Такий прогрес пов'язаний зі стрімким розвитком матеріалознавства, створення на основі відкриттів у галузях нанотехнології, біотехнології та ін.

Список літератури: 1. Бесов Л. М. Історія науки і техніки / Л. М. Бесов. – Х.: НТУ „ХПІ”, 2005. – 383 с. 2. Левин В. И. История информационных технологий / В. И. Левин. – М.: Интернет-университет информационных технологий; Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 336 с. 3. Полунов Ю. Л. От абака до компьютера: судьбы людей и машин / Ю. Л. Полунов Т.1. – М.: Издательско-торговый дом „Русская редакция”, 2004. – 480 с. 4. Малиновський Б. М. Відоме і невідоме в історії інформаційних технологій в Україні / Малиновський Б.М. – К.: Видавничий дім „Академперіодика”, 2001. – 214 с. 5. Бесов Л. М. Історія науки і техніки. З найдавніших часів до кінця двадцятого століття / Л. М. Бесов. – Х., 2000 6. Храмов Ю. А. История физики / Храмов Ю. А. – К.: «Феникс», 2006. – 1176 с. 7. Лилли С. Люди, машины и история / Лилли С. – М.: Изд-во «Прогресс», 1970. – 422 с. 8. Рыжов К. В. 100 великих изобретений / К. В. Рыжов. – М.: Вече, 2000. – 528 с. 9. Тацуно Ш. Стратегия – технополисы / Тацуно Ш. – М.: Прогресс, 1989. – С. 344. 10. Энциклопедия. Наука. Перевод с англ. / А. В. Бурасов, А. Б. Кириллов, А. В. Маталин и др. – М.: АСТ «Астрель», 2006. – 384 с.

Надійшла до редколегії 08.12.09

УДК 681.3 (09)

ГОРЕЛОВА С. А., НТУ «ХПИ»

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ БОРТОВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ И СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ «ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУСК» НА НПО «ХАРТРОН»

Статья посвящена истории создания на научно-производственном объединении «Хартрон» первой бортовой вычислительной машины, предназначенной для систем управления межконтинентальными баллистическими ракетами. Рассматривается также разработка проверочно-пусковой системы для предстартовой проверки всех систем ракеты.

The article is devoted to the history the making of first on-board computer on production association «Khartron» intended for control systems of intercontinental ballistic rockets. Considered also the development checkpoint and launch system intended for the prelaunching testing of the control systems of rocket.

История развития ракетно-космической отрасли включает не только разработку самих ракет и космических летательных аппаратов (КЛА). Не менее важным является создание систем управления (СУ) – сложнейших электронных систем, основанных на самых передовых технологиях. В предыдущих работах мы уже рассматривали тему развития систем управления [1; 2; 3]. В данной статье речь пойдет о создании в 1970-х гг. в

Харьковском ОКБ-692* первой в СССР бортовой цифровой электронной вычислительной машины (БЦВМ). Ее внедрение стало революционным шагом в разработке систем управления ракет и КЛА.

Уже в середине пятидесятых годов разработчикам систем управления КЛА была ясна необходимость создания вычислительной машины на борту корабля не только для стабилизации его полета и систем наведения, но и для управления сложнейшими процессами во время подготовки ракеты к пуску, да и во время самого полета. Совершенствование управления межконтинентальными баллистическими ракетами (МБР) требовало резкого увеличения объемов информации, обрабатываемой на борту ракеты во время полета, т.е. в режиме реального времени.

Но разработка систем управления включает в себя не только создание приборов, бортовой ЭВМ и программного обеспечения (ПО) полета. Важнейшей частью работы является проверка системы на работоспособность, как в штатных ситуациях, так и в случае всевозможных отклонений. Осуществление этой проверки в реальных условиях очень трудоемкий и дорогостоящий процесс. При этом многие возможные стечения обстоятельств промоделировать на реальном оборудовании невозможно. В связи с этим на базе БЦВМ в ОКБ-692 была разработана проверочно-пусковая система, предназначенная как для предстартовой проверки оборудования, установленного как на ракете, так и наземного испытания систем управления, обеспечивающих функционирование ракетного комплекса. Эта система получила название «Электронный пуск».

В апреле 1959 г. в Харькове была создана новая организация – ОКБ-692, ставшая головным научно-исследовательским и опытно-конструкторским предприятием, осуществляющим координацию работ по созданию систем управления для ракет, разрабатываемых в ОКБ-586 под руководством М. К. Янгеля. Ядром предприятия стал коллектив, перешедший из СКБ-827, возглавляемый А. М. Гинзбургом, который стал заместителем Главного конструктора ОКБ-692. Руководителем и Главным конструктором ОКБ стал Б. М. Коноплев [1, с. 42]. Из СКБ-285 завода им. Шевченко, занимавшегося разработкой систем бортовой радиокоррекции ракет средней дальности, в созданное ОКБ пришла группа во главе с руководителем этого направления Г. А. Барановским. Первым детищем нового КБ стала система управления ракетой Р-16, для которой впервые в стране были разработаны бортовые приборы автомата стабилизации на базе магнитно-полупроводниковых элементов.

Разработка СУ указанной ракетой повлекла за собой и развитие элементной базы. Первые счетно-решающие приборы строились на феррит-транзисторных ячейках, на которых исполнялись автомат выведения ракеты

* ОКБ-692 получило номер п/я 67 (почтовый ящик) и официальное название - КБ «Электроприборостроения», ныне Научно-производственное объединение «Хартрон»

на заданную траекторию, приборы регулирования кажущейся скорости, управления по тангажу, устройство программно-временного управления, обеспечивающих управление двигателями и вывод ракеты в нужную точку пространства. Во всех этих системах стабилизация ракеты осуществлялась специальным прибором - автоматом стабилизации аналогового типа. С 1964 г. произошел переход на электронные счетно-решающие приборы, в основе которых были электровакуумные и полупроводниковые приборы.

Именно ОКБ-692 стало головным в отрасли по разработке автомата стабилизации и комплекса наземного пускового и проверочного электрооборудования, созданных на основе БЦВМ.

За несколько лет произошел качественный скачок, а именно переход на полупроводниковые элементы. Это создавало возможность в корне изменить конструкцию СУ боевыми баллистическими ракетами. Но оставался еще ряд проблем, решение которых открывало новые горизонты перед создателями ракетной техники.

Для поддержания боеготовности ракеты создавались системы контроля ее состояния, а именно наблюдение за высокотемпературным и токсичным топливом, контроля системы управления, температурного режима и др. Эта проверочная лаборатория представляла собой огромное количество шкафов и стоек, смонтированных в специальных автопоездах. Для их проезда к шахтам прокладывались дороги. Весь этот комплекс представлял собой громоздкое, заметное со спутника сооружение. Да и содержать всю эту технику и персонал было делом не простым и дорогостоящим. Стала очевидной необходимость создания бортовой вычислительной машины, способной автоматически решать задачи контроля состояния ракеты. Она могла бы сама производить сбор и анализ информации и при этом управляться дистанционно. Это позволило бы упразднить наземную аппаратуру, разместив ее в «оголовках» ракетных шахт, и отказаться от автопоездов.

Еще более важной была задача создания бортового вычислителя, способного управлять полетом ракеты, что позволило бы существенно повысить точность стрельбы. БЦВМ на борту ракеты - это давняя мечта создателей СУ. Ее вычислительные возможности позволяли на качественно новом уровне реализовать широкий класс задач управления полетом: наведение на цель, стабилизацию в полете, управление автоматикой в процессе предстартовой подготовки и в полете, регулирование двигателя по тяге и по расходу компонентов. Также значительное повышение точности стрельбы, в основном за счет возможности калибровки гироскопических приборов в предстартовой подготовке.

Таким образом, уже в середине пятидесятих годов разработчикам СУ было явно видно преимущество вычислительной машины на борту ракеты не только для стабилизации ее полета и системы наведения, но и для управления сложнейшими процессами во время подготовки ее к пуску и во время самого

полета. К сожалению, существующая в то время элементная база не позволила бы использовать БЦВМ в качестве основного элемента управления ракетой, в связи с ее громоздкостью и низкой надежностью.

Первый опыт применения бортовых дискретных или цифровых приборов был получен в СКБ-897 при создании СУ для пороховой ракеты тактического назначения «Онега» с дальностью стрельбы до 160 км. Разработчиком ее выступал НИИ-4, а разработка систем управления полностью легла на плечи СКБ-897. После анализа всех возможных вариантов была выбрана схема управляемого полета вплоть до цели по однокоординатному методу наведения. Авторами этого метода были молодые инженеры Я. Е. Айзенберг и А. И. Гудименко. Важнейшей особенностью системы управления было ее приборное исполнение на дискретных или цифровых принципах.

Управление курсом ракеты осуществлялось также инерциальным методом, что полностью обеспечивало ее автономность. Дискретные приборы разрабатывались под руководством Е. М. Михлина и были первыми приборами этого типа, разработанными в СССР. Главный конструктор СКБ-897 А. М. Гинзбург и его заместитель И. А. Рубанов, несмотря на занятость другими важнейшими разработками, горячо поддерживали эту инициативную работу. Благодаря этому уже через два года появилась аппаратура, разработанная силами СКБ-897 и смежных организаций, в том числе разработчика гироскопических приборов - Саратовского завода под руководством А. К. Ваницкого. До этого момента приборов с дискретным выходом в СССР никто не разрабатывал. Пройдет еще немало лет, пока НИИ-944 - основной разработчик гироскопических приборов для боевых ракетных комплексов начнет создавать аппаратуру с цифровым выходом.

Неудачные пуски ракеты «Онега», просчеты в конструкции порохового двигателя, да и в системе управления, заставили отказаться от ее дальнейшей разработки. К сожалению, вместе с этим была на некоторое время приостановлена и работа над дискретными системами управления. Однако опыт, полученный Я. Е. Айзенбергом и А. И. Гудименко, не прошел даром. Создание дискретной аппаратуры было важнейшим этапом на пути разработки бортовых компьютерных систем, поскольку оно обеспечивало их совместимость со счетными приборами. По мнению специалистов, продолжение работ в этом направлении, могло бы значительно приблизить эру бортовых цифровых вычислительных машин. И вполне возможно, что попытка создать совершенно «иную» систему управления в коллективе ОКБ-692 заложила новаторский дух и способность не копировать чужие идеи, а продуктивно работать над своими.

С первых дней существования нового предприятия ОКБ-692 в его составе начало действовать теоретическое подразделение, первым руководителем которого был А. И. Гудименко. В скором времени подразделение, ведущее свое начало еще из СКБ-897, выросло в самостоятельное и одно из

самых крупных подразделений - третье отделение. В нем появилась лаборатория систем наведения (нач. А. С. Гончар), в которой уже в 1960 году сложилась группа под руководством С. С. Корумы, специализирующаяся на разработке систем наведения баллистических ракет.

Специалисты для работы в теоретический отдел подбирались скрупулезно из числа молодых специалистов, имеющих склонность к научной работе и свободно владеющих этими знаниями. Происходил подбор сугубо по индивидуальному принципу и, как правило, еще на стадии учебы, на пятом курсе или при дипломном проектировании из числа наиболее способных студентов в области математики или механики. Дипломное проектирование выполнялось на предприятии по тематике предприятия и под руководством его специалистов.

Полностью сформировавшееся третье отделение имело три основных направления: баллистики, стабилизации и программирования. Роль и значение теории Абрам Маркович понимал и приложил немало сил к созданию соответствующих подразделений, начиная с небольшой лаборатории и затем отдела в составе руководимого им комплекса в ОКБ-692. Во всех последующих работах ведущая роль в определении облика системы управления принадлежала специалистам третьего комплекса. Ни одно обсуждение как принципиальных, так и текущих вопросов на всех уровнях внутри и вне организации не проходило без участия третьего отделения. Параллельно шло создание мощной экспериментальной базы, основу которой составляли универсальные вычислительные комплексы. На предприятии был создан самый мощный вычислительный центр, непрерывно оснащаемый быстродействующими ЦВМ, создаваемыми в СССР и в странах социалистического содружества.

Исключительную роль в разработке и создании аппаратуры систем управления имело современное производство модулей, многослойных печатных плат, напоминающих устройств на ферритовых сердечниках, решены сложные научно-технические проблемы обеспечения помехозащищенности, высокой надежности, стабильности параметров бортовой вычислительной техники в течение 10-летнего (и более) срока эксплуатации. Цех изготовления печатных плат стал образцово-показательным цехом отрасли, а серийные заводы, изготавливавшие аппаратуру по документации ОКБ, целиком заимствовали отработанную технологию опытного завода. На протяжении более двадцати лет до 1987 года директором завода был Г. А. Борзенко. Георгий Андреевич непрестанно обеспечивал расширение производственных возможностей завода, оснащение его цехов самым совершенным оборудованием, внедрение передовой технологии.

Прочной опорой разработок ОКБ кроме опытного завода становятся Киевский радиозавод, где Главным конструктором стал А. И. Гудименко и Харьковский завод им. Т. Г. Шевченко во главе с Ю. И. Загоровским и

А. П. Шпейером. Важнейшую роль в ракетной корпорации играли Московский институт гиросприборов НИИ-944 В. И. Кузнецова, Московский прожекторный завод В. А. Окунева, Киевский завод "Арсенал" - по системам прицеливания и еще целый ряд предприятий в Ленинграде, Минске, Воронеже, Каменск-Уральске, Северодонецке и других городах Советского Союза.

В этот период необходимость создания БЦВМ была осознана в государственном масштабе, и первоначальное решение ВПК о централизованной ее разработке вылилось в создание в Москве специализированного института цифровой электронной вычислительной техники. Однако ситуация усугублялась тем, что в бортовую машину необходимо было ввести и отладить программу управления полетом ракеты, которую разрабатывали управленцы. Следствием явилось то, что организации-разработчики СУ, почти сразу же и даже с опережением, приступили к самостоятельной разработке таких машин, сообразуясь со спецификой их назначения.

На одном из совещаний высшего руководства ОКБ-692 в апреле 1967 г. генеральный директор и Главный конструктор В. Г. Сергеев предложил обсудить и решить вопрос о концентрации сил на одном из этих направлений. Все руководители ведущих подразделений: Я. Е. Айзенберг, А. И. Кривонос, Б. М. Конорев, А. С. Гончар и др. высказались за использование бортовой ЭВМ собственной разработки, поскольку в «чужую» машину было практически невозможно вносить необходимые изменения в ПО, что резко замедлило бы разработку новых систем управления. Коллектив ОКБ-692 оказался достаточно хорошо подготовленным к этой работе, как в научно-техническом, так и в организационном отношении.

Для решения новых проблем в третьем отделении была проведена соответствующая реорганизация. В 1962 г. для выполнения возросшего объема проектирования бортовой аппаратуры был создан приборный комплекс № 4. Его руководителем был назначен А. Н. Шестопал, а с 1966 по 1992 гг. это подразделение возглавлял А. И. Кривонос, который сразу после назначения приступил к его коренной реорганизации под новые задачи – создание бортовой вычислительной машины. На базе лаборатории, изучающей проблемы БЦВМ, был организован 35-й отдел под руководством Б. М. Конорева. Основная задача отдела – разработка ПО бортовых вычислительных комплексов, определение основных требований к вычислительным характеристикам БЦВМ и ее архитектуре, способов и средств обработки ПО БЦВМ.

С другой стороны, в приборных отделениях, руководимых А. И. Кривоносовым и В. К. Копылом, были созданы подразделения для непосредственной разработки БЦВМ и ее наземной проверочно-пусковой части, а конструкторы и технологи приступили соответственно к разработке конструкции и технологии ее производства.

Руководство предприятия в лице Главного конструктора В. Г. Сергеева, главного инженера А. И. Гудименко и директора опытного завода Г. А. Борзенко придавало большое значение этим работам. С 1965 года началось создание серии таких машин и уже в 1968 г. был испытан первый образец БЦВМ типа 1А100. Это была одноканальная машина, построенная на гибридных модулях серии "Тропа-1". Через шесть месяцев появилась ее трехканальная модификация на монолитных интегральных схемах 1А200 с унифицированным процессором М4М. В 1971 году, впервые в СССР, был произведен запуск новой ракеты 15А14 (Р-36) с системой управления, включающей бортовую ЭВМ [4, с. 51].

С 1976 года начата разработка серии БЦВМ на больших интегральных схемах и к 1979 году создана БЦВМ на базе процессора М6, которая вместе с ее модификациями была использована на боевых ракетных комплексах и на ракете-носителе «Энергия». Последующая модификация этой БЦВМ - 15Л579, ставшая исходной для целой серии этих машин, благодаря удачно выбранной конструкции, и характеристик, дала возможность при минимальных изменениях использовать ее в системах управления многих объектов. Под руководством А. И. Кривоносова учеными и инженерами четвертого отдела были разработаны теоретические основы синтеза высоконадежных вычислительных структур с многоярусным мажоритированием. Принципы многоярусного мажоритирования широко применялись и последующих разработках БЦВМ, обеспечивая высокую надежность их функционирования. Соответствующая «земная» цифровая аппаратура, разрабатывалась под руководством Е. М. Михлина, а затем, Ю. И. Федченко.

Таблица

Развитие характеристик ЦВК

Параметры	15Л579	3АО2 (М4М)	Ц01М 15Л860-01 (М6М)	4А70 (М62)
Год разработки	1969	1980	1986	1988
Габариты, мм	550×400×630	432×322×439	545×415×675	381×270×540
Масса, кг	21×3	33	50	22
Разрядность	16	16/32	32/16	16/32/64
Производительность, оп/с	30 тыс.	80 тыс.	360 тыс.	260 тыс.
Емкость памяти, кб	30	68	88	112
Построение	3 отдельных канала обмена информацией	Три канала с многоярусным мажоритированием		

Использование первых бортовых вычислительных машин сразу продемонстрировало необходимость совершенствования структурных методов повышения надежности. Она должна была быть абсолютной. Они легли в основу последующих поколений бортовых ЭВМ. Вся противоаварийная система, вся защита, от каких либо непредвиденных обстоятельств при выполнении программы полета строилась именно на базе БЦВМ. В одном корпусе находилась не одна, а как минимум три независимых БЦВМ, которые резервировались на семи разных уровнях. Приходилось учитывать все возможные, а порой невозможные факторы влияния на электронику во время полета: колебания температуры, перегрузки, вибрации, давление и многие другие возникающие проблемы.

Уровень конструкторской мысли определялся наличием элементной базы. Приходилось считаться с отставанием СССР в производстве интегральных микросхем. Порой в ответственных приборах приходилось применять новые, еще не проверенные, как следует, элементы.

Постоянный конкурент и соперник СССР в гонке вооружений и в покорении космического пространства – США почти на десять лет опережали Советский Союз в производстве элементной базы. Конкуренция среди производителей и широкое использование новшеств в промышленности создавали уникальные возможности для естественного отбора наилучших из созданных технологий. Новаторские элементы сразу же пускались в серийное производство, и их отработка проходила в промышленности в течение 4-5 лет. За это время выявлялись все конструктивные и технологические недостатки, которые, как правило, и проявлялись в серийном производстве. Они тщательно изучались, в продукцию вносились необходимые изменения, после чего обновленный элемент опять запускался в серийное производство. И только уже после многократной промышленной проверки надежности элемента, его допускали в систему вооружения. Американская элементная база обладала довольно мощной системой надежности и ремонтпригодности, в отличие от советских приборов, которые заменить можно было только целым блоком. Возможность замены только отдельного приборного отсека была, безусловно, дороже, однако позволяла не производить глобальных изменений во всей системе управления.

Переход на дискретную технику завершался широким применением бортовых и наземных компьютерных систем. В 1979 г. были приняты на вооружение ракеты 15А18 и 15А35 с унифицированным бортовым вычислительным комплексом. Удачно выбранный и успешно реализованный комплекс вычислительных характеристик, надежная элементная база обеспечили этой бортовой ЭВМ уникальный срок жизни - около 25 лет. В последующие

годы созданы еще четыре поколения бортовых ЭВМ, имеющих одни из лучших в СССР вычислительные и эксплуатационные характеристики и эффективную технологию разработки программного обеспечения, не уступающие зарубежным аналогам.

В целях обеспечения малых массогабаритных характеристик ЭВМ для ее изготовления была применена самая прогрессивная технология. Впервые в отрасли были созданы гибридные микросборки схем управления оперативным запоминающим устройством, плоские микромодули согласующих устройств с гальванической развязкой, многослойные печатные платы, изготовленные методом открытых контактных площадок и др.



Яков Ейнович Айзенберг

Начальник научно-теоретического отдела, Генеральный директор, Генеральный конструктор НПО «Хартрон», доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и УССР.



Сергей Степанович Корума

Специалист в проектировании систем наведения, создатель «Электронного пуска» начальник отдела, Лауреат Государственной премии УССР.

Создание системы управления, основанной на применении БЦВМ, дало огромные преимущества. Оно позволило не только надежнее стабилизировать полет ракеты, но и гибко менять полетное задание. Кроме того, наличие на борту ракеты вычислительной машины позволило управлять сложнейшими процессами во время подготовки ее к пуску и во время самого полета. Необходимость изменения конкретной программы или исправления ошибки зачастую возникала в самый неподходящий и критический момент, когда ракета или космический корабль находились на стартовой позиции.

Параллельно с этим создавалась новая технология разработки и проверки математического и программного обеспечения. Для этого был создан специальный комплекс, включающий ЭВМ БЭСМ-6* и специально изготовленные блоки системы управления. Специальные алгоритмы моделировали полет ракеты и вносили основные возмущающие факторы [4, с. 352]. Это позволяло отработать реакцию системы управления на различные, как штатные, так и нештатные ситуации.

Эта система по тактам отработывала всю программу полетов. Выполнялись все команды первого этапа, которые должны были поступать на первом такте, потом данные обрабатывались на компьютере и результаты обработки поступали назад. Прodelывался невероятный объем работы, так как полет продолжался от 25 до 45 минут (а такт это одна десятая секунды) и каждый такт проверялся в режиме реального времени. Учитывались результаты и устранялись неполадки всех команд, которые происходили в ходе имитации полета. Электронный пуск – это и метод предстартовой обработки информации. Оборудование занимало помещение более 300 м² и обслуживалось штатом из 50 человек. Использовалось также множество аналоговых моделирующих установок, на которых имитировались различные варианты возмущений, таких как воздействие атмосферы, солнца и многих других факторов, в зависимости от объекта проверки. Вероятность отказов была довольно большая, и приборы довольно часто выходили из строя, поэтому нерезервированную систему ставить на вооружение, да еще и с ядерным оружием было просто невозможно. И, как только появлялась информация о создании нового элемента для систем управления, отдел снабжения реагировал молниеносно. Хотя элементная база создавалась специально по заказу ракетно-космической отрасли, дефицит качественной продукции присутствовал постоянно. Приходилось уже во время разработки

* БЭСМ-6 - самая мощная в то время вычислительная машины, выполнявшая 1 млн. операций в секунду

проводить множественные контрольные проверки, чтобы на вооружение не поступали ненадежные элементы.

В 1979 г. ракеты 15А18 и 15А35 были приняты на вооружение. Применение «электронного пуска» обеспечило эффективный и полный контроль полетных заданий. Эта работа стала выдающимся достижением ОКБ-692 и означала новый этап в развитии ракетостроения.



Анатолий Иванович Кривонос

Главный конструктор бортовых вычислительных комплексов НПО «Хартрон», лауреат Ленинской и Государственной премий, доктор технических наук.



Борис Михайлович Конорев

Руководитель отдела по разработке программного обеспечения БЦВМ, создатель «Электронного пуска» и СКДП ЦВМ, Лауреат Государственной премии СССР.

Входящим в состав третьего отделения специальным отделом программирования под руководством инициативного и талантливого инженера и ученого Б. М. Конорева была создана технология бездефектного создания и отработки программ управления, включавшая все этапы разработки ракетно-космических систем и их летные испытания. Элемент этой системы - СДКП (система динамической коррекции программы), прочно закрепил за собой репутацию надежного элемента, так как зачастую помогал

найти выход в самых критических ситуациях. Именно она обеспечила возможность (при наличии ПЗУ с жесткой «прошивкой» программ с помощью «косичек», вставляемых в П-образные ферритовые сердечники) оперативного внесения необходимых изменений в программное обеспечение на всех этапах работ от предстартовых испытаний до работы на орбите [4, с. 353].

Для того чтобы понять, насколько эта система проверки была уникальной, необходимо осветить основные проблемы, возникающие у разработчиков КЛА в процессе создания ракет в связи с несовершенством элементной базы.

Созданная отделом технология программирования успешно конкурировала с американской системой верификации программ, требовавшей наличия специальных параллельных и независимых подразделений, сложного оборудования и математического описания бортовых приборов и агрегатов ракеты. Бортовой компьютер и его программа составляли безукоризненно функционирующий «электронный мозг» ракеты или космического корабля.

Во многих случаях СДКП срабатывала и вместо длительной и тяжелой процедуры снятия приборов памяти, иногда даже с заправленной ракеты, и их переделки в заводских условиях, (это 1-2 месяца работы), дело ограничивалось несколькими часами, а необходимые исправления вводились в оперативную память с пульта управления [5, с. 63]. Важнейшим условием приближения к реальным условиям полета было использование подлинной аппаратуры и агрегатов ракеты. Рулевые машинки и нагрузочные стенды, вне зависимости от их мощности и сложности, наряду с усилительно-преобразовательной аппаратурой, входили в состав этих стендов. К изготовлению соответствующего оборудования привлекались ведущие в стране заводы промышленного оборудования. Для точных приборов сооружались специальные лаборатории с так называемыми развязанными фундаментами, не воспринимавшими колебания почвы. Аппаратура системы управления прицеливания моделировалась в натуральном виде, а для исследования динамики жидкого наполнителя в баках ракеты была создана специальная гидравлическая лаборатория.

Ярким примером успешности подобной наземной проверки является тот факт, что компьютерная система управления транспортного корабля снабжения ракетно-космической системы «Алмаз» в течение двух суток автономно, без вмешательства Центра управления выполнила сложнейшую программу полета, состоящую из построения орбитальной и гироскопической систем

координат, трех орбитальных переходов поиска, сближения и, наконец, стыковки со станцией «Салют».

Решительный и квалифицированный переход к применению цифровых приборов в бортовой и наземной аппаратуре обеспечил предприятию ведущее положение в отрасли. Это привело к тому, что круг головных разработчиков ракетно-космических объектов, для которых разрабатывались системы управления, расширился. Кроме Янгеля, Челомея и Решетнева с предприятием начали работать фирмы Лавочкина, Полухина, Лапыгина, Глушко. За пятьдесят лет существования НПО «Хартрон» были созданы самые совершенные системы управления для боевых ракетных комплексов, носителей, космических кораблей и крылатых ракет. В области разработок динамики полета, наведения ракет на цель, создания автоматических систем управления ОКБ-692 занимало ведущие позиции в мире. Практически все разработки предприятия внедрялись в практику, принимались на вооружение и вводились в эксплуатацию. Отличительным знаком ОКБ стала надежность создаваемой аппаратуры. Большинство боевых ракетных комплексов, в создании которых принимал участие «Хартрон», было принято на вооружение и составило основу стратегических ядерных сил Советского Союза на многие десятилетия. От первых ракет Р-12 и Р-16 до непревзойденных по своим техническим характеристикам и боевым качествам ракет 15А18М и 15А30, известных миру как «Сатана» и «Стилет», можно проследить, как стремительно развивалось и росло предприятие в области создания систем управления.

Список литературы: 1. *Бреславский Д. В.* Зарождение и развитие Харьковской школы теории управления / Д. В. Бреславский, С. А. Горелова, Ларин А. А. // Вестник Национального технического университета «ХПИ» Динамика и прочность машин. - 2009. – Вып. 32. – С. 38-44 2. *Горелова С. А.* Достижения космической отрасли Украины в музеях Харьковских предприятий / С. А. Горелова // Вестник Национального технического университета «ХПИ» История науки и техники. - 2009. – Вып. 29. – С. 26-36 3. *Горелова С. А.* Становление производства систем управления ракетно-космической техникой в Харькове / С. А. Горелова // Вестник Днепропетровского университета 2009. – вып. 17, с. 13-19 4. *Малиновский Б. Н.* Очерки по истории вычислительной техники в Украине / Б. Н. Малиновский. - К.: Феникс. – 1998. – 452 с. 5. *Гончар А. С.* Звездные часы ракетной техники. Воспоминания / А. С. Гончар. - Х.: Факт. – 2008. – 400 с. 6. Научно-производственное предприятие Хартрон-Аркус. Хроника дат и событий. 1959 – 2005 гг. Второе издание (дополненное). – Харьков: НПП Хартрон-Аркус. – 2006. – 212 с.

Поступила в редколлегию 05.12.09