

УДК 681.3 (09)

ГОРЕЛОВА С.О., НТУ "ХПІ"

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ БОРТОВОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ ТА СИСТЕМИ ПЕРЕВІРКИ "ЕЛЕКТРОННИЙ ПУСК" В НВО "ХАРТРОН"

Стаття присвячена історії створення на науково-виробничому об'єднанні Хартрон першої бортової обчислювальної машини, призначеної для систем управління міжконтинентальними балістичними ракетами. Розглядається також розробка перевірконо-пускової системи для передстартової перевірки всіх систем ракети.

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.

Історія розвитку ракетно-космічної галузі включає як розробку самих ракет і космічних літальних апаратів (КЛА). Не менш важливим є створення систем управління (СУ) - найскладніших електронних систем, заснованих на передових технологіях. У попередніх роботах ми розглядали тему розвитку систем управління [1; 2; 3]. У цій статті йтиметься про створення в 1970-х роках. у Харківському ОКБ-692¹ першої в СРСР бортової цифрової електронної обчислювальної машини (БЦОМ). Її використання стало революційним кроком у розробці систем управління ракет і КЛА.

Вже в середині п'ятдесятих років розробникам систем управління КЛА була зрозуміла необхідність створення обчислювальної машини на борту корабля не тільки для стабілізації його польоту та систем наведення, але й для управління найскладнішими процесами під час підготовки ракети до пуску та й під час самого польоту. Удосконалення управління міжконтинентальними балістичними ракетами (МБР) вимагало різкого збільшення обсягів інформації, оброблюваної на борту ракети під час польоту, тобто. в режимі реального часу.

Але розробка систем управління включає не тільки створення приладів, бортової ЕОМ і програмного забезпечення (ПО) польоту. Найважливішою частиною роботи є перевірка системи на працездатність як у штатних ситуаціях, так і у разі всіляких відхилень. Здійснення цієї перевірки в реальних

¹ ОКБ-692 отримало номер п/с 67 (поштова скринька) та офіційна назва - КБ "Електроприладобудування", нині Науково-виробниче об'єднання "Хартрон".

умовах є дуже трудомістким і дорогим процесом. При цьому багато можливих збігів обставин промодельовати на реальному устаткуванні неможливо. У зв'язку з цим на базі БЦОМ в ОКБ-692 було розроблено перевірконо-пускову систему, призначену як для передстартової перевірки обладнання, встановленого як на ракеті, так і наземного випробування систем управління, що забезпечують функціонування ракетного комплексу. Ця система отримала назву "Електронний запуск".

У квітні 1959 р. у Харкові було створено нову організацію – ОКБ-692, що стала головним науково-дослідним та дослідно-конструкторським підприємством, що здійснює координацію робіт зі створення систем управління для ракет, які розробляються в ОКБ-586 під керівництвом М.К. Янгеля. Ядром підприємства став колектив, що перейшов із СКБ-827, очолюваний А.М. Гінзбургом, який став заступником Головного конструктора ОКБ-692. Керівником та Головним конструктором ОКБ став Б.М. Коноплев [1, с. 42]. Із СКБ-285 заводу ім. Шевченка, який займався розробкою систем бортової радіокорекції ракет середньої дальності, до створеного ОКБ прийшла група на чолі з керівником цього напрямку Г.А. Барановським. Першим дітищем нового КБ стала система управління ракетою Р-16, для якої вперше в країні було розроблено бортові прилади автомата стабілізації на базі магнітно-напівпровідникових елементів.

Розробка СУ зазначеною ракетою спричинила і розвиток елементної бази. Перші лічильно-розв'язувальні прилади будувалися на ферит транзисторних осередках, на яких виконувалися автомат виведення ракети на задану траєкторію, прилади регулювання швидкості, що здається, управління по тангажу, пристрій програмно-тимчасового управління, що забезпечують управління двигунами і виведення ракети в потрібну точку простору. У всіх цих системах стабілізація ракети здійснювалася спеціальним приладом – автоматом стабілізації аналогового типу. З 1964 р. відбувся перехід на електронні лічильно-вирішальні прилади, в основі яких були електровакуумні та напівпровідникові прилади.

Саме ОКБ-692 стало головним у галузі з розробки автомата стабілізації та комплексу наземного пускового та перевірконого електроустаткування, створених на основі БЦОМ.

За кілька років відбувся якісний стрибок, а саме перехід на напівпровідникові елементи. Це створювало можливість докорінно змінити конструкцію СУ бойовими балістичними ракетами. Але залишалася ще низка проблем, вирішення яких відкривало нові горизонти перед творцями ракетної техніки.

Для підтримки боєготовності ракети створювалися системи контролю її стану, саме спостереження за високотемпературним і токсичним паливом, контролю системи управління, температурного режиму та інших. Ця перевіркона лабораторія являла собою величезну кількість шаф і стійок, змонтованих в спеціальних автопоїздах. Для їхнього проїзду до шахт прокладалися дороги. Весь цей комплекс був громіздкою, помітною з супутника спорудою. Та й утримувати всю цю техніку та персонал було

справою не простою та дорогою. Стала очевидною необхідність створення бортової обчислювальної машини, здатної автоматично вирішувати завдання контролю стану ракети. Вона могла б сама проводити збір та аналіз інформації і при цьому керуватися дистанційно. Це дозволило б скасувати наземну апаратуру, розмістивши її в "оголовках" ракетних шахт, та відмовитися від автопоїздів.

Ще більш важливим було завдання створення бортового обчислювача, здатного керувати польотом ракети, що дозволило б суттєво підвищити точність стрільби. БЦОМ на борту ракети – це давня мрія творців СУ. Її обчислювальні можливості дозволяли на якісно новому рівні реалізувати широкий клас завдань управління польотом: наведення на ціль, стабілізацію в польоті, управління автоматикою у процесі передстартової підготовки та в польоті, регулювання двигуна по тязі та витраті компонентів. Також значне підвищення точності стрільби, переважно за рахунок можливості калібрування гіроскопічних приладів у передстартовій підготовці.

Таким чином, вже в середині п'ятдесятих років ХХ ст. розробникам СУ було явно видно перевагу обчислювальної машини на борту ракети не тільки для стабілізації її польоту та системи наведення, а й для управління найскладнішими процесами під час підготовки її до пуску та під час польоту. На жаль, існуюча на той час елементна база не дозволила б використовувати БЦОМ як основний елемент управління ракетою, у зв'язку з її громіздкістю та низькою надійністю.

Перший досвід застосування бортових дискретних або цифрових приладів було отримано у СКБ-897 під час створення СУ для порохової ракети тактичного призначення "Онега" з дальністю стрілянини до 160 км. Розробником її виступав НДІ-4, а розробка систем керування повністю лягла на плечі СКБ-897. Після аналізу всіх можливих варіантів було обрано схему керованого польоту до цілі по однокоординатному методу наведення. Авторами цього методу були молоді інженери Я.Є. Айзенберг та А.І. Гудименко. Найважливішою особливістю системи управління було її виконання на дискретних або цифрових принципах.

Управління курсом ракети здійснювалося також інерційним методом, що забезпечувало її автономність. Дискретні прилади розроблялися під керівництвом Є.М. Міхліна та були першими приладами цього типу, розробленими в СРСР. Головний конструктор СКБ-897 А.М. Гінзбург та його заступник І.А. Рубанов, незважаючи на зайнятість іншими найважливішими розробками, палко підтримували цю ініціативну роботу. Завдяки цьому вже за два роки з'явилася апаратура, розроблена силами СКБ-897 та суміжних організацій, у тому числі розробника гіроскопічних приладів – Саратовського заводу під керівництвом А.К. Ваницького. До цього моменту приладів із дискретним виходом у СРСР ніхто не розробляв. Мине ще чимало років, поки НДІ-944 – основний розробник гіроскопічних приладів для бойових ракетних комплексів почне створювати апаратуру з цифровим виходом.

Невдалі пуски ракети "Онега", прорахунки в конструкції порохового двигуна та й у системі управління змусили відмовитися від її подальшої розробки. На жаль, разом з цим було на деякий час припинено роботу над дискретними системами управління. Однак досвід, отриманий Я.Є. Айзенбергом та А.І. Гудименком, не пройшов даремно. Створення дискретної апаратури було найважливішим етапом на шляху розробки бортових комп'ютерних систем, оскільки воно забезпечувало їхню сумісність з рахунковими приладами. На думку фахівців, продовження робіт у цьому напрямку могло б значно наблизити еру бортових цифрових обчислювальних машин. І цілком можливо, що спроба створити зовсім іншу систему управління в колективі ОКБ-692 заклала новаторський дух і здатність не копіювати чужі ідеї, а продуктивно працювати над своїми.

З перших днів існування нового підприємства ОКБ-692 у його складі почав діяти теоретичний підрозділ, першим керівником якого був А.І. Гудименко. Незабаром підрозділ, що веде свій початок ще з СКБ-897, виріс у самостійне та одне з найбільших підрозділів – третє відділення. У ньому з'явилася лабораторія систем наведення (нач. А.С. Гончар), в якій вже в 1960 році склалася група під керівництвом С.С. Коруми, що спеціалізується на розробці систем наведення балістичних ракет.

Фахівці для роботи в теоретичний відділ підбиралися скрупульозно з поміж молодих фахівців, які мають схильність до наукової роботи і вільно володіють цими знаннями. Відбувався підбір суто за індивідуальним принципом і, як правило, ще на стадії навчання, на п'ятому курсі або при дипломному проєктуванні з числа найздатніших студентів у галузі математики чи механіки. Дипломне проєктування виконувалося на підприємстві з тематики підприємства та під керівництвом його спеціалістів.

Повністю сформоване третє відділення мало три основних напрямки: балістики, стабілізації та програмування. Роль і значення теорії Абрама Маркович розумів і доклав чимало сил до створення відповідних підрозділів, починаючи з невеликої лабораторії і потім відділу у складі керованого ним комплексу в ОКБ-692. У всіх подальших роботах провідна роль у визначенні зовнішності системи управління належала фахівцям третього комплексу. Жодне обговорення як важливих, так і поточних питань на всіх рівнях всередині та поза організацією не проходило без участі третього відділення. Паралельно йшло створення потужної експериментальної бази, основу якої складали універсальні обчислювальні комплекси. На підприємстві було створено найпотужніший обчислювальний центр, безперервно оснащений швидкодіючими ЦОМ, створюваними у СРСР та країнах соціалістичного співтовариства.

Виняткову роль у розробці та створенні апаратури систем управління мало сучасне виробництво модулів, багат шарових друкованих плат, запам'ятовуючих пристроїв на феритових осередках, вирішено складні науково-технічні проблеми забезпечення перешкодозахищеності, високої надійності, стабільності параметрів бортової обчислювальної техніки протягом 10-річного (і більше) терміну експлуатації. Цех виготовлення друкованих плат став

зразково-показовим цехом галузі, а серійні заводи, які виготовляли апаратуру з документації ОКБ, повністю запозичили відпрацьовану технологію дослідного заводу. Упродовж понад двадцяти років до 1987 року директором заводу був Г.А. Борзенко. Георгій Андрійович безперестанку забезпечував розширення виробничих можливостей заводу, оснащення його цехів найдосконалішим обладнанням, запровадження передової технології.

Міцною опорою розробок ОКБ, крім дослідного заводу, стають Київський радіозавод, де Головним конструктором став О.І. Гудименко та Харківський завод ім. Т.Г. Шевченка на чолі з Ю.І. Загоровським та А.П. Шпейєром. Найважливішу роль ракетної корпорації грали Московський інститут гіроприладів НДІ-944 В.І. Кузнєцова, Московський прожекторний завод В.А. Окунева, Київський завод "Арсенал" - по системам прицілювання і ще цілий ряд підприємств у Ленінграді, Мінську, Воронежі, Каменськ-Уральську, Сєвєродонецьку та інших містах Радянського Союзу.

У цей період необхідність створення БЦОМ була усвідомлена в державному масштабі, і початкове рішення ВПК про централізовану її розробку вилилося у створення в Москві спеціалізованого інституту цифрової електронної обчислювальної техніки. Проте ситуація посилювалася тим, що в бортову машину необхідно було запровадити та налагодити програму управління польотом ракети, яку розробляли управлінці. Наслідком стало те, що організації-розробники СУ, майже відразу ж і навіть з випередженням, приступили до самостійної розробки таких машин, відповідно до специфіки їх призначення.

На одній із нарад вищого керівництва ОКБ-692 у квітні 1967 р. генеральний директор та Головний конструктор В.Г. Сергєєв запропонував обговорити та вирішити питання про концентрацію сил на одному з цих напрямків. Усі керівники провідних підрозділів: Я.Є. Айзенберг, А.І. Кривоносов, Б.М. Конорєв, А.С. Гончар та ін. висловилися за використання бортової ЕОМ власної розробки, оскільки в "чужу" машину було практично неможливо вносити необхідні зміни до ПЗ, що різко сповільнило б розробку нових систем управління. Колектив ОКБ-692 виявився досить добре підготовленим до цієї роботи як у науково-технічному, так і в організаційному відношенні.

Для вирішення нових проблем у третьому відділенні було проведено відповідну реорганізацію. У 1962 р. для виконання збільшеного обсягу проєктування бортової апаратури створили приладовий комплекс № 4. Його керівником призначили А.М. Шестопада, і з 1966 по 1992 рр. цей підрозділ очолював А.І. Кривоносов, який відразу після призначення розпочав його корінну реорганізацію під нові задачі – створення бортової обчислювальної машини. На базі лабораторії, що вивчає проблеми БЦОМ, було організовано 35-й відділ під керівництвом Б.М. Конорєва. Основне завдання відділу – розробка ПЗ бортових обчислювальних комплексів, визначення основних вимог

до обчислювальних характеристик БЦОМ та її архітектури, способів та засобів обробки ПЗ БЦОМ.

З іншого боку, у приладових відділеннях, керованих А.І. Кривоносовим та В.К. Копилом, були створені підрозділи для безпосередньої розробки БЦОМ та її наземної перевірконо-пускової частини, а конструктори та технологи приступили відповідно до розробки конструкції та технології її виробництва.

Керівництво підприємства в особі Головного конструктора В.Г. Сергєєва, головного інженера А.І. Гудименка та директора дослідного заводу Г.А. Борзенко надавало великого значення цим роботам. З 1965 року почалося створення серії таких машин і вже в 1968 р. був випробуваний перший зразок БЦОМ типу 1А100. Це була одноканальна машина, збудована на гібридних модулях серії "Тропа-1". Через шість місяців з'явилася триканальна модифікація на монолітних інтегральних схемах 1А200 з уніфікованим процесором М4М. У 1971 році, вперше в СРСР, було здійснено запуск нової ракети 15А14 (Р-36) із системою управління, що включає бортову ЕОМ [4, с. 51].

З 1976 року розпочато розробку серії БЦОМ на великих інтегральних схемах і до 1979 року створено БЦОМ з урахуванням процесора М6, що разом із її модифікаціями було використано на бойових ракетних комплексах і ракеті-носії "Енергія". Наступна модифікація цієї БЦОМ - 15Л579, що стала вихідною для цілої серії цих машин, завдяки вдало обраній конструкції, і характеристик, дала можливість при мінімальних змінах використовувати її в системах керування багатьох об'єктів. Під керівництвом А.І. Кривоносова вченими та інженерами четвертого відділу було розроблено теоретичні основи синтезу високонадійних обчислювальних структур з багатоярусним мажоритуванням. Принципи багатоярусного мажоритування широко застосовувалися і в наступних розробках БЦОМ, забезпечуючи високу надійність їх функціонування. Відповідна "земна" цифрова апаратура, розроблялася під керівництвом Є.М. Міхліна, а потім, Ю.І. Федченко.

Розвиток характеристик ЦОК

Параметри	15Л579	3АО2 (М4М)	Ц01М 15Л860-01 (М6М)	4А70 (М62)
Рік розробки	1969	1980	1986	1988
Габарити, мм	550× 400× 630	432× 322× 439	545× 415× 675	381× 270× 540
Маса, кг	21× 3	33	50	22
Розрядність	16	16/32	32/16	16/32/64
Продуктивність, оп/с	30 тис.	80 тис.	360 тис.	260 тис.
Ємність пам'яті, кб	30	68	88	112
Побудова	Три роздільних канали обміну інформацією	Три канали з багатоярусним мажоритуванням		

Використання перших бортових обчислювальних машин одразу продемонструвало необхідність удосконалення структурних методів підвищення надійності. Вона мала бути абсолютною. Вони лягли в основу наступних поколінь бортових ЕОМ. Вся протиаварійна система, весь захист, від будь-яких непередбачених обставин під час виконання програми польоту будувалася саме з урахуванням БЦОМ. В одному корпусі знаходилася не одна, а як мінімум три незалежні БЦОМ, які резервувалися на семи різних рівнях. Доводилося враховувати всі можливі, а часом неможливі фактори впливу на електроніку під час польоту: коливання температури, перевантаження, вібрації, тиск та багато інших проблем, що виникають.

Рівень конструкторської думки визначався наявністю елементної бази. Доводилося зважати на відставання СРСР у виробництві інтегральних мікросхем. Часом у відповідальних приладах доводилося застосовувати нові, ще не перевірені, як слід, елементи.

Постійний конкурент і суперник СРСР у гонці озброєнь та підкорення космічного простору – США майже на десять років випереджали Радянський Союз у виробництві елементної бази. Конкуренція серед виробників та широке використання нововведень у промисловості створювали унікальні можливості для природного відбору найкращих із створених технологій. Новаторські елементи відразу ж пускалися в серійне виробництво, і їхнє відпрацювання проходило в промисловості протягом 4-5 років. За цей час виявлялися всі конструктивні та технологічні недоліки, які, як правило, виявлялися в серійному виробництві. Вони ретельно вивчалися, до продукції вносилися необхідні зміни, після чого оновлений елемент знову запускався у серійне виробництво. І лише після багаторазової промислової перевірки надійності елемента, його допускали до системи озброєння. Американська елементна база мала досить потужну систему надійності та ремонтпридатності, на відміну від радянських приладів, які замінити можна було лише цілим блоком. Можливість

заміни лише окремого приладового відсіку була, безумовно, дорожчою, проте дозволяла не робити глобальних змін у всій системі управління.

Перехід на дискретну техніку завершувався широким застосуванням бортових та наземних комп'ютерних систем. У 1979 р. були використані ракети 15A18 і 15A35 з уніфікованим бортовим обчислювальним комплексом. Вдало обраний та успішно реалізований комплекс обчислювальних характеристик, надійна елементна база забезпечили цій бортовій ЕОМ унікальний термін життя – близько 25 років. У наступні роки створено ще чотири покоління бортових ЕОМ, що мають одні з кращих в СРСР обчислювальні та експлуатаційні характеристики та ефективну технологію розробки програмного забезпечення, які не поступаються закордонним аналогам.

З метою забезпечення малих масогабаритних характеристик ЕОМ на її виготовлення було застосовано найпрогресивнішу технологію. Вперше в галузі були створені гібридні мікроскладання схем управління оперативним запам'ятовуючим пристроєм, плоскі мікромодулі узгоджувальних пристроїв з гальванічною розв'язкою, багатошарові друковані плати, виготовлені методом відкритих контактних майданчиків та ін.

Створення системи управління, заснованої на застосуванні БЦОМ, дало величезні переваги. Воно дозволило не тільки надійніше стабілізувати політ ракети, а й гнучко змінювати польотне завдання. Крім того, наявність на борту ракети обчислювальної машини дозволило керувати найскладнішими процесами під час підготовки її до пуску та під час самого польоту. Необхідність зміни конкретної програми чи виправлення помилки найчастіше виникала у самий невідповідний і критичний момент, коли ракета чи космічний корабель перебували на стартовій позиції.

Паралельно з цим створювалася нова технологія розробки та перевірки математичного та програмного забезпечення. Для цього було створено спеціальний комплекс, що включає ЕОМ БЕСМ-6² та спеціально виготовлені блоки системи управління. Спеціальні алгоритми моделювали політ ракети і вносили основні обурюючі фактори [4, с. 352]. Це дозволяло відпрацювати реакцію системи управління на різні, як штатні, так і позаштатні ситуації.

Ця система за тактами відпрацьовувала всю програму польотів. Виконувалися всі команди першого етапу, які мали надходити на першому такті, потім дані оброблялися на комп'ютері і результати обробки надходили назад. Виконувався неймовірний обсяг роботи, оскільки політ тривав від 25 до 45 хвилин (а такт це одна десята секунди) і кожен такт перевірявся в режимі реального часу. Враховувалися результати та усувалися неполадки всіх команд, які відбувалися під час імітації польоту. Електронний запуск - це метод передстартової обробки інформації. Обладнання займало приміщення понад 300 м² та обслуговувалося штатом із 50 осіб. Використовувалося також безліч аналогових моделюючих установок, на яких імітувалися різні варіанти збурювань, таких як вплив атмосфери, сонця і багатьох інших факторів, залежно від об'єкта перевірки.

² БЕСМ-6 - найпотужніша на той час обчислювальна машина, яка виконувала 1 млн. операцій на секунду



Яков Єйнович Айзенберг

Начальник науково-теоретичного відділу, Генеральний директор, Генеральний конструктор НВО "Хартрон", доктор технічних наук, професор, лауреат Ленінської премії, Державних премій СРСР та УРСР.



Сергій Степанович Корума

Фахівець у проектуванні систем наведення, творець "Електронного пуску" начальник відділу, Лауреат Державної премії УРСР.

Імовірність відмов була досить велика, і прилади часто виходили з ладу, тому нерезервовану систему ставити на озброєння, та ще й з ядерною зброєю було просто неможливо. І як тільки з'являлася інформація про створення нового елемента для систем управління, відділ постачання реагував блискавично. Хоча елементна база створювалася спеціально на замовлення ракетно-космічної галузі, дефіцит якісної продукції був постійно. Доводилося вже під час розробки проводити численні контрольні перевірки, щоб на озброєння не надходили ненадійні елементи.

У 1979 р. ракети 15А18 та 15А35 були прийняті на озброєння. Застосування "електронного пуску" забезпечило ефективний та повний контроль польотних завдань. Ця робота стала визначним досягненням ОКБ-692 і означала новий етап у розвитку ракетобудування.

Спеціальним відділом програмування, що входить до складу третього відділення, під керівництвом ініціативного та талановитого інженера та вченого Б.М. Конорева була створена технологія бездефектного створення та відпрацювання програм управління, що включала всі етапи розробки ракетно-космічних систем та їх льотні випробування. Елемент цієї системи - СДКП (система динамічної корекції програми), міцно закріпив у себе репутацію надійного елемента, оскільки часто допомагав знайти вихід у найкритичніших ситуаціях. Саме вона забезпечила можливість (за наявності ПЗП з жорсткою

"прошивкою" програм за допомогою "косичок", що вставляються в П-подібні феритові сердечники) оперативного внесення необхідних змін до програмного забезпечення на всіх етапах робіт від передстартових випробувань до роботи на орбіті [4, с. 353].

Щоб зрозуміти, наскільки ця система перевірки була унікальною, необхідно висвітлити основні проблеми, що виникають у розробників КЛА у процесі створення ракет у зв'язку з недосконалістю елементної бази.

Створена відділом технологія програмування успішно конкурувала з американською системою верифікації програм, що вимагала наявності спеціальних паралельних та незалежних підрозділів, складного обладнання та математичного опису бортових приладів та агрегатів ракети. Бортний комп'ютер та його програма складали бездоганно функціонуючий "електронний мозок" ракети чи космічного корабля.

У багатьох випадках СДКП спрацьовувала і замість тривалої та важкої процедури зняття приладів пам'яті, іноді навіть із заправленої ракети, та їх переробки в заводських умовах (це 1-2 місяці роботи), справа обмежувалася кількома годинами, а необхідні виправлення вводилися в оперативну пам'ять. пульта керування [5, с. 63]. Найважливішою умовою наближення до реальних умов польоту було використання справжньої апаратури та агрегатів ракети. Рульові машинки та навантажувальні стенди, незалежно від їхньої потужності та складності, поряд із підсилювально-перетворювальною апаратурою входили до складу цих стендів. До виготовлення відповідного обладнання залучалися провідні в країні заводи промислового устаткування. Для точних приладів споруджувалися спеціальні лабораторії з так званими розв'язаними фундаментами, що не сприймали коливання ґрунту. Апаратура системи управління прицілювання моделювалася в натуральному вигляді, а для дослідження динаміки рідкого наповнювача в баках ракети було створено спеціальну гідравлічну лабораторію.

Яскравим прикладом успішності подібної наземної перевірки є той факт, що комп'ютерна система управління транспортного корабля постачання ракетно-космічної системи "Алмаз" протягом двох діб автономно, без втручання Центру управління виконала найскладнішу програму польоту, що складається з побудови орбітальної та гіроскопічної систем координат, трьох орбітальних переходів пошуку, зближення та, нарешті, стикування зі станцією "Салют".



Анатолій Іванович Кривоносов
Головний конструктор бортових
обчислювальних комплексів НВО
"Хартрон", лауреат Ленінської та
Державної премій, доктор технічних
наук.



Борис Михайлович Конорєв
Керівник відділу з розробки
програмного забезпечення
БЦОМ, творець "Електронного
пуску" та СКДП ЦОМ, Лауреат
Державної премії УРСР.

Рішучий та кваліфікований перехід до застосування цифрових приладів у бортовій та наземній апаратурі забезпечив підприємству провідне становище у галузі. Це призвело до того, що коло головних розробників ракетно-космічних об'єктів, для яких розроблялися системи управління, розширилося. Окрім Янгеля, Челомея та Решетнева з підприємством почали працювати фірми Лавочкина, Полухина, Лапигина, Глушко. За п'ятдесят років існування НВО "Хартрон" було створено найдосконаліші системи управління для бойових ракетних комплексів, носіїв, космічних кораблів та крилатих ракет. В галузі розробок динаміки польоту, наведення ракет на ціль, створення автоматичних систем управління ОКБ-692 займало провідні позиції у світі. Практично всі розробки підприємства впроваджувалися в практику, приймалися на озброєння та вводилися в експлуатацію. Відмінним знаком ОКБ стала надійність створюваної апаратури. Більшість бойових ракетних комплексів, у створенні яких брав участь "Хартрон", було прийнято на озброєння та склало основу стратегічних ядерних сил Радянського Союзу на багато десятиліть. Від перших ракет Р-12 і Р-16 до неперевершених за своїми технічними характеристиками та бойовими якостями ракет 15А18М і 15А30, відомих світові як "Сатана" та "Стилет", можна простежити, як стрімко розвивалося та росло підприємство в галузі створення систем управління.

Список літератури:

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-Аркос. Хроника дат и событий. 1959 – 2005 гг. Второе издание (дополненное). – Харьков: НПП Хартрон-Аркос. – 2006. – 212 с.

Надійшла до редколегії 05.12.09

Горелова С.О. Історія створення бортової обчислювальної машини та системи перевірки "Електронний пуск" на НВО "Хартрон"/ С.О. Горелова / / Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПИ": зб. наук. пр. Темат. вип.: Історія науки та техніки. - Харків: НТУ "ХПИ", 2009. - № 48. - С. 17-29.