

Комп'ютерні засоби, мережі та системи

УДК 004

Б.М. МАЛИНОВСЬКИЙ

"ОСТАННІЙ КРОК – ВІН НАЙВАЖЧИЙ"

B.N. Malinovskyi

"LAST STEP IS THE MOST DIFFICULT ONE"

The paper is devoted to 60-years anniversary of V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine. It is described the development and serial manufacture of controlling machine of wide application "Dnepr".

Key words: V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine, controlling machine of wide application "Dnepr".

Присвячено 60-річчю Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. Мова йде про розробку та серійне виробництво управляючої машини широкого призначення "Днепр".

Ключові слова: Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, УМШП "Днепр".

Посвящено 60-летию Института кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины. Речь идет о разработке и промышленной реализации УМШН "Днепр".

Ключевые слова: Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины, УМШН "Днепр".

Вступ. Йдеться про завершення розробки та подальшу організацію серійного випуску, що включає поточну модернізацію першої в Україні та першої в колишньому Радянському Союзі напівпровідникової цифрової управляючої машини широкого призначення УМШП "Дніпро"¹, створеної в 1958-1961 рр. в Обчислювальному центрі АН України.

Спочатку, перш ніж говорити про промислову реалізації комп'ютера УМШП "Дніпро", нагадаємо, хто здійснив трирічне "чудо" створення "Дніпра" і піонерських управляючих систем, розроблених на його базі.

Основну участь у створенні комп'ютера "Дніпро" взяли співробітники Обчислювального центру АН УРСР: д.ф.м.н. В.М. Глушков (висловлена ідея створення універсальної управляючої машини, перша наукова конференція ОЦ АН УРСР, м Київ, 1957 р.); к.т.н. Б.М. Малиновський (розробка принципів побудови управляючої обчислювальної машини широкого призначення, керівництво науково-дослідними і конструкторськими роботами по створенню машини); к.т.н. Г.О. Михайлов (відповідальний виконавець робіт зі створення оперативного запам'ятовуючого і арифметико-логічного пристроїв); д.т.н. Б.Б. Тимофєєв (керівництво розробкою і автономним налагодженням пристроїв введення та виведення машини); пров. інж. А.Г. Кухарчук (розробка структурної схеми, схеми зв'язків між пристроями,

¹ За матеріалами доповідей М.З. Котляревського, Н.І. Кирилюка, А.А. Сладкова на Всесоюзному семінарі "Управляючі машини та системи", Київ, 10-13 жовтня 1966 р УМШП - скорочена назва управляючої машини широкого призначення, запропоноване автором.

пульта машини, керівництво автономним налагодженням машини); к.т.н. Є.С. Орешкін (розробка блоку комутації і перетворення в пристрої зв'язку з об'єктом); пров. інж. В.С. Каленчук (розробка і автономне налагодження арифметичного пристрою, участь в комплексному налагодженні машини); пров. інж. Л.О. Коритна (розробка і автономне налагодження пристрою управління, участь у комплексному налагодженні машини); пров. інж. В.М. Єгипко (розробка і автономне налагодження управляючої частини пристрою зв'язку з об'єктом, участь в комплексному налагодженні машини); пров. інж. Л.А. Жук (участь в розробці блоку комутації і перетворення, в автономній і комплексній налагодженні машини); пров. інж. С.С. Забара (розробка стандартних елементів УМШП і засобів для усунення неполадок в машині); пров. інж. Л.Я. Приступа (участь в розробці оперативного запам'ятовуючого пристрою, його налагодження, автономно і в комплексі); ст. інж. Є.П. Райчев (розробка та налагодження електроживлячих пристроїв); ст. інж. Н.М. Абакумова (участь в розробці і налагодженні управляючої частини пристрою зв'язку з об'єктом); ст. інж. Л.А. Русанова (участь в розробці арифметико-логічного пристрою, його налагодження автономно і в комплексі); ст. інж. Г.І. Корнієнко (учасник розробки елементів і засобів для усунення неполадок); пров. інж. Ф.Н. Зиков (розробка та макетування оперативного запам'ятовуючого пристрою); пров. інж. В.С. Ленчук (розробка і налагодження пристрою виведення); пров. інж. І.Д. Войтович (участь в розробці і налагодженні оперативного запам'ятовуючого пристрою); пров. інж. В.В. Крайницький (керівництво налагодженням пристрою введення виведення); ст. інж. А.А. Пуцало (розробка і автономне налагодження пристрою введення і перфоруючого блоку до нього); завідувач дослідницько-конструкторським відділом Ю.Т. Митулинський (участь в розробці конструкції машини); начальник конструкторського бюро Є.П. Драгаєв (участь в розробці конструкції машини); гол. інж. А.І. Толстун (участь в розробці технології виготовлення основних вузлів машини); гол. констр. проекту М.А. Єрмоленко (розробка конструкції машини).

Основними учасниками робіт по запуску комп'ютера "Дніпро" в серійне виробництво і його модернізації в 1963-1965 рр. були інженери і техніки Київського підприємства п/с 62 (надалі заводу ОКМ).

"Нас зараз знають по "Дніпру" - сказав якось мені Віктор Михайлович, підбиваючи підсумок епопеї створення і освоєння нашого напівпровідникового первістка. "...Лише при крайній напрузі сил можна виконати такий величезний обсяг роботи", - про це він сказав на захисті моєї докторської дисертації "Розробка, дослідження та впровадження в промисловість цифрової УМШП".

З огляду на вищесказане, з моєї ініціативи з'явилися Постанови ЦК КП України і Ради Міністрів УРСР від 9 січня 1960 р. №34 та від 9 березня 1960 р. за №369 про організацію серійного виробництва УМШП "Дніпро" на заводі "Радіоприлад" Київського раднаргоспу.

Технічні характеристики УМШП "Дніпро", що ускладнюють серійне виробництво. Комп'ютер УМШП "Дніпро" являв собою дуже складний технічний комплекс, що включає близько 900 оригінальних виробів. Для складання однієї машини потрібно більше 0,5 мільйона виробів, виготовлених заводом, в тому числі 2300 напівпровідникових осередків 30 різних типів, близько 100 тисяч (!) контактів, 4000 роз'ємів та ін. деталі. У машині використовувалося 11600 напівпровідникових тріодів, які щойно з'явилися, 19400 діодів, більш 150000 (!) мініатюрних феритних кілець ($\varnothing$ 0,5 мм) і багато інших покупних виробів. Крім цього, при виробництві машини довелося попередньо виготовити близько 300 складних штампів і прес-форм, понад 30 типів технологічних налагоджувальних і перевірочних стендів, в т.ч. : 6 типів стендів, що входять в ЗПП машини як в процесі виготовлення, так і при експлуатації машини; 7 типів стендів для перевірки комплектуючих виробів (діодів і тріодів); 2 типи стендів для розбраковки феритів за магнітними властивостями і за геометричними розмірами (по висоті);

2 типи стендів для перевірки імпульсних трансформаторів; 2 типи стендів для налагодження вузлів машини і окремих пристроїв (ОЗП, ПЗП, ПВВ, ПЗО) та ін.

Порівняльні характеристики комп'ютера "Дніпро" і зарубіжних комп'ютерів наведені в таблиці.

ТАБЛИЦЯ. Порівняльні характеристики машин²

Назва машини	Швидкодія, тис. опер./с	Оперативна пам'ять	Кількість опитан. датчиків/с	Можливість модифікації
"Дніпро"	12 – 15	тисячі "слів"	сотні (до 500)	є
Зарубіжні машини	1 – 2	сотні "слів"	десятки	Недостатня або немає

Модернізація триває. Триваюча модернізація машини "Дніпро" на заводі зажадала провести додаткову технологічну підготовку виробництва, освоєння ряду нових технологічних процесів. Тільки на нові і модернізовані деталі і вузли було розроблено 875 спеціальних технологічних процесів механічної обробки і 350 нових технологічних процесів на монтажньо-складальні роботи.

Співробітники заводу і співробітники Обчислювального центру та Інституту фізики АН УРСР розробили і впровадили вельми складні спеціальні автомати для розбракування мініатюрних феритових кілець. Їх застосування дозволило не тільки позбавити робітників від одноманітної і вельми стомлюючої праці, а й забезпечити значне підвищення якості феритних блоків пам'яті і прискорення їх випуску.

Застосування винаходу співробітника ОЦ АН УРСР Л.О. Коритної забезпечило одночасну швидку і якісну перевірку монтажу і роботи субблоків в пристроях машини. У машинах "Дніпро" став застосовуватися 22-х контактний роз'єм, їх в машині 2100. Для виконання місячної програми потрібно виготовляти близько 200 тисяч контактів (!). Додаткові блоки, випуск яких почався з 1965 р. значно збільшили надійність машини "Дніпро", що дозволило в майбутньому використовувати її в повністю замкнутому циклі управління технологічними процесами.

Про виконану заводом роботу, яка додала "Дніпру" надійності, зручності використання, прискорення випуску машин, зниження витрат на виробництво, наочно свідчить прекрасний альбом "Організація виробництва ЕОМ "Дніпро" в Київському раднаргоспі, підготовлений в 1964 р., що зберігається в архіві заводу.

Людський фактор. Завершення модернізації. Подальше поліпшення якості комп'ютера УМШП "Дніпро" проводилося безперервно у міру освоєння серійного виробництва. У модернізацію УМШП "Дніпро" вирішальний внесок зробили директор заводу М.З. Котляревський, а також заступник директора заводу Н.І. Кирилюк та його співробітники - їх енергія і висока вимогливість при впровадженні нових технологій.

У вересні 1963 року були вже всі необхідні дані, щоб приступити до завершального етапу модернізації машини.

Результати другої модернізації: 1) була розроблена зварна конструкція каркасів шаф із застосуванням стандартних куточків, що значно підвищило міцність шаф. Конструкція шаф ПАУ і ПЗО повністю уніфікована також, як ОЗП і ПЗП, а також уніфіковані задні стінки шаф і обшивок, що різко зменшило трудомісткість виготовлення їх в механічному цеху і дозволило розробити універсальне технологічне оснащення; 2) поліпшення охолодження машини виконано як за рахунок створення нових конструкцій всіх шаф машини, що забезпечили хорошу природну вентиляцію, завдяки кращому розподілу і направленню повітряних потоків,

² Порівняльні дані про випуск і застосування зарубіжних управляючих машин взяті з доповіді відомого американського фахівця Граббе, зробленої в липні 1963 року Шостому Всесвітньому Конгресі з нафти і нафтохімії. Журнал "Автоматизації". 1963 рік. №8.

що гарантує обдув всіх тепловиділяючих елементів машини, так і за рахунок переробки конструкції субблоків з одночасним збільшенням кроку між панельками.

Машина тепер встановлюється на спеціальну підставку, яка є одночасно каналами для підведення охолодженого повітря до кожного пристрою. Внутрішній перегрів у всіх пристроях машини не перевищує на сьогодні 16°C , при цьому в старій конструкції перегрів в деяких пристроях доходив до $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ в порівнянні з температурою приміщення, в якому працювала машина. Крім цього, розроблено систему примусової вентиляції, яка здійснена шляхом приєднання з двох сторін до вентиляційної підставки машини двох малогабаритних діаметрально розташованих вентиляторів оригінальної конструкції. Примусова вентиляція до всіх машин не додається і необхідна тільки тим замовникам, у яких за умовами експлуатації машина постійно працює при підвищених температурах. Із застосуванням примусової вентиляції перегрів всередині машини не перевищує $5\text{--}10^{\circ}\text{C}$.

Розроблено та введено в комплекс машини пристрій друку (ПД), що складається з окремого столика, на якому встановлена друкарська машинка. Остання вільно обертається на 90° , що створює доступність ремонту і наладки. Столик облицьований кольоровим пластиком і має сучасний зовнішній вигляд. Електронна частина пристрою також спрощена. Завдяки застосуванню спеціального матеріалу для контактів, поліпшена надійність роботи контактних груп машинки. В результаті цих заходів підвищилася надійність роботи пристрою друку, а також з'явилася можливість відносити пристрій друку від пульта управління на відстань, щоб не втомлювати оператора.

Всі осередки машини переведені на новий нормалізований роз'єм. Він складається з контактів, що мають по дві точки дотику. Таким чином, створюється подвійний запас по надійності роботи контактів в машині. Пристрої машини переведені на джгутовий монтаж, що значно спростило збірку машини та різко зменшило число помилок в монтажі.

Повністю перероблено пристрій введення машини. Збільшена жорсткість конструкцій, доопрацьований механізм фотоелектричного введення, перероблений вузол зчитування з фотодіодів, розроблено новий осередок "Уфд". Кількість осередків в пристрої зменшено на 18 штук. Всі ці заходи дозволили підвищити надійність роботи пристрою.

Значний переробці піддалися оперативні запам'ятовуючі пристрої. Розширено поле координатної матриці, що виключило замикання в друкованих провідниках. Збільшено розмір куба. Спрощені джгутові з'єднання, введені запасні координатні трансформатори. Проведено спрощення в схемі дешифратора, проведена робота щодо поліпшення осередків " $У_{\text{сч}}$ ", " $Ф_{3\text{р}}$ " і " $Ф_{\text{а}}$ ". Відпрацьовано питання стикування додаткових ОЗП з машиною. В даний час стикування проводиться без додаткового налагодження.

Покращено зовнішній вигляд машини, введений кольоровий пластик на столики. Всі пульти пофарбовані емаллю "Біла ніч", куточки - чорною емаллю, обшивка - молотковою емаллю.

Роботи, проведені з модернізації стандартних елементів комп'ютера "Дніпро": підсилювачів (500 штук), тригерів (400 штук), осередків сигналізації (30 штук) - дозволили різко підвищити надійність машини, технологічність осередків і майже виключити розбракування напівпровідникових тріодів П416 і П25 в схемах тригера і сигналізації.

Після вивчення запитів замовників прийнято рішення: залишити потрібну шафу для ПЗО з функціями прийому інформації. Тому з потрібної шафи виключені 30 каналів релейних виходів, 17-ти розрядний вихідний регістр для видачі сигналів пропорційного регулювання, зате додатково введено пристрій прийому інформації від датчиків релейного типу на 384 канали і 16 слів по 24 розряди.

Після модернізації ПЗО в максимальному комплексі буде мати на вході 250 каналів прийому інформації від датчиків постійної напруги і 384 канали прийому інформації від датчиків релейного типу, а на виході – 60 каналів для видачі каналів напруги постійного і 480 каналів для видачі сигналів управління виконавчими органами релейного типу. Зазначені блоки треба буде підключити до раніше випущених комп'ютерів, але це зажадає деякої зміни

монтажу ПЗО за розробленою нами інструкцією. Завод розробив Інструкцію, і переробки будуть незначні. Можна буде застосовувати старі блоки.

Серед найактивніших учасників в усі періоди модернізації комп'ютера УМШП "Дніпро": багаторазово відзначалися М.С. Галузинський - начальник конструкторського відділу; Г.А. Булка (блоки живлення); А.Ю. Пилипчук (центральный процесор); П.М. Бесчастний (комплексний відділ); Ю.Ш. Лейбман (друковані плати); В.С. Калінін (елементна база); А.С. Факторович (пам'ять); Ю.А. Далюк (пристрої зв'язку з об'єктом); С.І. Самарський (пристрої введення-виведення); А.І. Лолак та С.А. Ремез (програмне забезпечення).

Створення комп'ютера "Дніпро", швидка і якісна організація серійного випуску стали безперечними початковими золотими віхами шляху ОЦ АН УРСР і заводу "Радіоприлад" до створення в 1962 р. Інституту кібернетики АН України.

"Машина повинна не налагоджуватися, а збиратися!" "Обчислювальний центр АН УРСР розробив машину, а завод "Радіоприлад" забезпечив її впровадження у виробництво. Мій відділ здійснював налагодження цієї машини і установку її у замовників, тому всі претензії від замовників до машини надходили безпосередньо до відділу. Перш за все зупинюся на налагодженні машини і її експлуатації. Мається на увазі комп'ютер УМШП "Дніпро", серійного виробництва 1963 р.

На мою думку, машина "Дніпро" дуже проста в налагодженні. У машині немає ніяких налагоджувальних елементів. За ідеєю машина повинна не налагоджуватися, а збиратися. Ми до цього, власне, і прагнемо" - згадує керівник відділу налагодження і передачі машини замовнику А.А. Сладков ветеран заводу "Радіоприлад".

"Налагодження машини на заводі і налагодження її у замовника - це різний процес робіт, у нас йде перший етап налагодження - це збірка машини. Ми отримуємо тільки шафи, що складаються з осередків і субблоків. Все це ми збираємо і виконуємо перше включення машини.

Спочатку випуску цих машин нам доводилося виправляти значну кількість неполадок, для цього треба було знаходити або мати кваліфікованих фахівців, які могли б налагодити машину, то в даний час процес налагодження різко зріс. Нам допомогло впровадження автомата, за допомогою якого здійснюється прозвонка блоків, що дозволяє прискорити виявлення помилок і це спрощує налагодження.

У нас в технічних умовах записано, що ми не гарантуємо роботу машин в агресивних середовищах, проте вона працює. Має велике значення при експлуатації машини те, для чого використовується наша машина. Ми знаємо, що машина в даний час використовується в різних галузях виробництва. У металургійній промисловості вона використовується в Дніпродзержинську, Нижньому Тагілі, Жданові. Наприклад, в Жданові в майбутньому будуть на базі наших машин "Дніпро" збиратися дві-три системи для здійснення безперервного управління виробництвом виплавки сталі в конверторі до видачі готової продукції.

Застосовується машина в хімічній промисловості Горлівки, Слов'янська, Ташкента. Застосовується машина в Інституті нервової діяльності в Москві. На Московській залізниці вона застосовується як диспетчер. Згодом повинні запустити машину на плавильному комбінаті (Середньо-Уральський мідноплавильний комбінат), яка управлятиме виплавою міді на цьому комбінаті."

Ознайомлення з вищенаведеними матеріалами показує першорядну роль підприємства його дирекції та інженерно-технічного персоналу, які взяли за серійне виробництво першого в Україні напівпровідникового комп'ютера.

Перехід від електронних ламп до напівпровідників, від звичайних запам'ятовуючих пристроїв на феритних великорозмірних кільцях до мініатюрних кілець півміліметрового розміру зажадали і великих складнощів від розробників нової елементної бази. Саме це, в першу чергу, стало, здавалося, непереборним бар'єром в переході до комп'ютерів другого покоління. І розробники, проектувальники, виробники комп'ютера "Дніпро" успішно подолали цей бар'єр. Обсяг досліджень, конструювання, виготовлення машини, її модернізація, виявився таким, що тільки молодість з її ентузіазмом, нездоланим бажанням шукати, знаходити і

здійснювати все нове і дуже значуще зуміла це зробити. Вчитайтесь в цифри кількості вихідних елементів, незвичайність їх використання, обсяг модернізації, щоб стверджувати - молоді уми і золоті руки здійснили реальний, дуже значимий подвиг (і не один!) на зорі розвитку цифрової обчислювальної техніки, в якому кожен новий крок її розвитку був наслідком величезної праці, винахідливості, наполегливості для досягнення, здавалося б, недосяжної мети!

Серед ряду співробітників заводу велику роль в підготовці і використанні елементної бази машини зіграв С.С. Забара, що виріс на цій роботі до доктора наук, заступника директора з наукової роботи "Електронмашу".

Висновок. За 10 років (1961-1971 рр.) завод "Радіоприлад", що став Заходом обчислювальних і керуючих машин (ОКМ), а потім - "Електронмаш", випустив, в результаті, понад 500 примірників комп'ютера УМШП "Дніпро", що знайшли застосування в сотнях систем управління виробничими процесами, складними фізичними експериментами, в застосуваннях оборонного призначення.

Додаток

Деякі унікальні приклади використання комп'ютера УМШП "Дніпро" (Сімдесяті роки ХХ століття)

1. Спецполігон Міністерства оборони, м. Аральск, Казахстан.

На високих (60 метрів) щоглах підвішувались різної конфігурації голівки ракет і опромінювалися радіолокаційною станцією. Відбиті сигнали приймалися багатомашинним комплексом з комп'ютерів "Дніпро", оброблялися. Мета обробки - визначити параметри ракетної головки.

2. Харківський тракторний завод. Управління головним конвеєром збірки тракторів Т-150 - обробка інформацією з конвеєра, видача управляючих сигналів на нього.

3. Кораблі експедиційного флоту міністерства оборони - "Космонавт Юрій Гагарін", "Космонавт Володимир Комаров", "Академік Сергій Корольов". Під час пілотованих космічних польотів кораблі виходили в Атлантику, вели прийом, обробку, передачу в Центр управління польотами інформації, прийнятої з борта апаратів. Комп'ютери УМШП "Дніпро" управляли механізмами палубних антен, обробляли дані.

4. Московське управління магістральними газопроводами - прийом і обробка інформації.

5. Ядерний дослідний центр, м. Протвино. Обробка результатів фізичних експериментів.

6. Завод "Червоний жовтень" (м. Ленінград). Управління стендовими випробуваннями двигунів, обробка даних.

7. Обробка результатів продувки моделей нових літаків в аеродинамічній трубі. ЦАГІ. Москва.

8. Вимірювання результатів продувки головки балістичної ракети. НВО "Енергія", м. Корольов.

© Б.М. Малиновський, 2017

Комп'ютерні засоби, мережі та системи. 2017, № 16