

УДК 719(438)

Хоменко Л. Г, Шульга О. М.

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО СТВОРЕННЯ АСУ ТА МУЛЬТИПРОГРАМНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИН В УКРАЇНІ (1964-1968 рр.)

Khomenko L.G, Shul'ga O.M.

Use of system approach for development of ACS and multiprogram computers
in Ukraine (1964–1968)

Подано історично-науковий аналіз зародження та розвитку системного підходу до проектування керуючих обчислювальних машин і автоматизованих систем управління (АСУ) різноманітної орієнтації, які дозволили завершити формування у країні функціонально повного комплексу засобів системотехніки для автоматизації виробництва та підприємств.

Дан историко-научный анализ зарождения и развития системного подхода к проектированию управляющих вычислительных машин и автоматизированных систем управления (АСУ) разнообразной ориентации, которые позволили завершить формирование в стране функционально полного комплекса средств системотехники для автоматизации производств и предприятий.

Historical and scientific analysis of the origin and development of the system approach to the design of control computers and automated control systems (ACS) for different purposes is given. Its role in the formation of functionally complete set of system engineering and enterprise automation tools is described.

Перспективи і тенденції розвитку електронної обчислювальної техніки з початку 60-х років були пов'язані з подальшим розширенням сфери застосування обчислювальних машин, з уведенням комплексного (системного) підходу до створення складних АСУ, з початком організації могутньої бази кібернетичної індустрії на Україні. Цей період характеризується також різким якісним ростом кадрів, що заклав основу для розповсюдження досліджень в галузі обчислювальної техніки за межі АН УРСР (таблиці 1,2).

Проблема створення більш досконалих ефективних АСУ стає однією з головних. Для її вирішення в результаті досліджень загальних методів проектування і роботи перших АСУ формується нова прикладна галузь загальної теорії систем – системотехніка. Вона знайшла розвиток в працях українських вчених В.М. Глушкова, Б.М. Малиновського, В.І. Скурихіна, в яких виробля-

ється і свій специфічний метод - системний (комплексний) підхід – науковий метод інтегрованого уявлення про організовану систему на кожному етапі її проектування [9].

Науковою основою системного підходу в проектуванні засобів обчислювальної техніки є побудована В.М. Глушковим загальна теорія цифрових автоматів, що знайшла практичне застосування в методиці формального синтезу і мінімізації автоматів, в роботах по ускладненню структур електронних обчислювальних машин (проект "Україна", машина "МИР") і в роботах по автоматизації проектування ЕЦОМ [11].

Важливим етапом в розвитку системотехніки і утвердженні системного підходу до створення АСУ на Україні була розробка першої в Радянському Союзі комплексної АСУ "Авангард" на базі керуючої обчислювальної машини (КОМ) "Днепр", що відповідає сучасному уявленню про АСУ (Б.М. Малиновський, В.І. Скурихін, Г.А. Спину, ІК АН УРСР і Київський інститут автоматики, 1964 р.) призначеної для автоматизації проектування (функції АСПРО) і керування технологічними процесами (функції АСУТП) виготовлення суднокорпусних деталей. Попередній розрахунок програм виконувався з допомогою КОМ, наступною інтерполяцією і записом на магнітну стрічку трьохкоординатними параболічними інтерполяторами ПИ-1 – ПИ-2, ідея яких базується на рішенні різницевих рівнянь параболі. Структурну базу становлять імпульсно-потенціальні елементи системи "УМШН". Скорочення строків проектування, висока точність виготовлення деталей, врахування економічних факторів (стан запасів матеріалів і т.ін.) зумовили високий економічний ефект від впровадження системи на Миколаївському суднобудівному заводі імені 61 комунара [9].

Системний підхід застосовано також при створенні ряду АСОЕД (автоматизованих систем обробки експериментальних даних) і АСУТП. Це системи на базі КОМ "Днепр", встановлені на судні "Михайло Ломоносов" (В.І. Скурихін, В.І. Беляєв, ІК АН УРСР і МГІ АН УРСР, 1965) для керування гідрофізичними дослідженнями і видачі експрес-аналізу експериментальних даних в певних точках океану [7], АСУТП на Жидачівському картонно-паперовому комбінаті (Б.М. Малиновський, 1968) для керування виробництвом комбінату. Тут вперше в практиці використання КОМ "Днепр" розроблено математичне забезпечення (МЗ) для розв'язання деяких економічних задач, завдяки чому одержано високий річний економічний ефект – 173 тисячі крб., та інші системи.

В ці роки швидко збільшується число АСУТП на базі серійних середніх ЕЦОМ "Днепр", УМ-1 (Київ), УМІ-НХ (Ленінград), "Минск-2", "Минск-22" (Мінськ). До середини 60-х років дослідно-промислові АСУТП вже практично впроваджені для основних технологічних процесів в металургії, хімії та інших галузях промисловості. Проте системний підхід не завжди знаходив послідовне втілення при проектуванні АСУТП, що в результаті впливало на ефективність їх роботи. Так, побудована на базі спеціалізованої

ЕЦОМ лабораторного виготовлення АСУТП "Харьков-1" (СКБ САУ, Харків, 1966), призначена для керування ходом доменної печі Новолипецького металургійного заводу, не змогла досягти ефекту оптимізації процесу. Ще менш вдалою була АСУТП "Сталевар", створена на базі КОМ УМ-1 і МЦК-1 (Київський інститут автоматики) і призначена для керування технологією мартенівського виробництва сталі Криворізького металургійного заводу, яка через порушення системного підходу до її проектування виявилась повністю неспроможною виконувати своє призначення.

Значний досвід використання ЕЦОМ для керування технологічними процесами і автоматами з програмним керуванням, узагальнений в працях українських вчених (А.Н. Новохатний, А.С. Подаков, В.І. Скурихін, Б.М. Малиновський та ін.) вплинув на подальший розвиток теорії керуючих обчислювальних машин, обумовив нові вимоги до їх архітектури. Обчислювальна частина КОМ конструюється з врахуванням системних принципів, обов'язкова наявність системи переривання програм, засобів виявлення і усунення несправностей і ін. Пристрій зв'язку з об'єктом (ПЗО) слід будувати на елементах, прийнятих для обчислювальної частини. ПЗО повинен включати комутатори, перетворювачі форми інформації, електронний годинник, пульт оператора, блоки схемного контролю, поєднуватися з засобами промислової автоматики. Слід притримуватись спеціалізації КОМ стосовно до певних класів виробництва. КОМ, розраховані для керування технологічними процесами безперервного характеру, повинні бути простішими і більш надійними ніж звичайні загальнопромислові КОМ.

З урахуванням цих вимог провадиться модернізація існуючих КОМ, розробляються нові їх варіанти. Так, КОМ "Днепр" двічі (в 1964 і 1966 роках) підлягала модернізації, виконаної Київським заводом ВУМ. Модель "Днепр-66" відрізняється збільшеним числом машинних операцій (до 90), розширеним оперативним запам'ятовуючим пристроєм (ОЗП) до 8 блоків по 512 слів кожний, кращими параметрами по швидкодії. Машина устаткована швидкодіючим цифродрукуючим пристроєм виведення даних, є вивід на стрічковий перфатор. Вдосконалено ПЗО, кількість увідних каналів неперервних сигналів – 250, частотних – 192, релейного типу – 1344. Вивідних каналів аналогових – 60, релейних – 480. Уведена апаратна система переривань, що виконує по запитанням до 28x5 програм і поєднує роботу процесору з роботою пристроїв введення-виведення інформації. Час безвідмовної роботи машини збільшився в 1,5 рази. Всі ці нові рішення забезпечили більш ефективно її застосування в АСУ [3].

Новий варіант КОМ Київського інституту автоматики (ЦУМ-2, А.С. Подаков, 1966) відрізняється від ЦУМ-1 рядом змін в логічній і конструктивній частинах. Збільшена кількість машинних операцій (до 31), об'єм пам'яті розширено до 1024 команд і 512 чисел, посилені можливості і змінена структура зв'язку ПЗО з об'єктом - впроваджено чисто циклічне опитування датчиків. ЦУМ-2 більш швидкодіюча, її сфера застосування більш широка

[2]. Виготовлені лабораторним шляхом два зразки машини ЦУМ-2 були впроваджені для збору і первинної обробки інформації на Волгоградському хімічному заводі і в Ленінградському ЦНДІ Морського флоту (Науково-дослідному інституті) для керування силовою установкою судна.

Спеціалізована КОМ "Харьков-1" (І.С. Шандрін, Харківське СКБ САУ, 1965) відображає ідею і систему 38 команд ЕЦОМ "Минск-2". Машина має систему переривань по 35 пріоритетах, фіксована програма роботи зберігається в діодно-трансформаторному ДЗП об'ємом 2048 числа з часом звертання 5 мкс. Є ОЗП 2Д-типу на 1024 числа розрядністю 27 двійкових знаків (біт) з циклом звертання 12 мкс. Швидкодія 12 тисяч операцій в секунду. Застосування частотного сигналу дало можливість віднести датчики до 13 км від процесора КОМ, число датчиків змінної частоти і позиційних – 1024, датчиків цифрового кодування – 32, метод опитування – адресний. Час безвідмовної роботи 400 годин. [8]. Декілька зразків машини, виготовлені лабораторним шляхом, впроваджені в ряді АСУТП для керування технологічними процесами в металургії.

Хід розвитку науково-технічної революції висунув на той час проблему автоматизації організаційного керування в економіці, в першу чергу – найактуальнішу і складну задачу з цього класу задач, це синхронізацію роботи окремих підприємств, цехів, виробничих дільниць, бригад і т.п., тобто точне узгодження (по часу і номенклатурі) планів виробництва з планами матеріально-технічного постачання. Вересневий (1965 р.) Пленум ЦК КПСС відмітив, що існуюча організаційна структура керування і методи планування в промисловості ще не відповідають рівню розвитку виробничих сил. На підприємствах в зв'язку з порушенням синхронізації виникають так звані "уявні дефіцити", що мають тенденцію переходити в дійсні дефіцити. Так, більше 80% дефіциту в матеріально-технічному постачанні, який зазнавали деякі важливі підприємства і будови, відносились до категорії уявних. Необхідність усунення цих хиб стимулювала розробку і впровадження нових обчислювальних систем, орієнтованих на рішення задач масової обробки великих масивів економічної і довідкової інформації, що характеризуються великими об'ємами вхідних і вихідних даних. Ці системи відрізняються від традиційних обчислювальних (для науково-технічних розрахунків) і керуючих (для керування технологічними об'єктами) систем розвиненим комплексом пристроїв вводу і виводу, наявністю в наборі команд певних логічних операцій, застосуванням команд десяткової (замість двійкової) арифметики і ін. До таких систем відносяться АСУ, що виконують функції організаційного (адміністративного) управління крупними підприємствами (АСУП), основною формою передачі інформації в яких є документ, і клас систем, що реалізують алгоритм видачі довідки на індивідуальні запити користувачів (АСІС).

Перші АСУП на Україні – це система "Донецк" (В.Н. Амітан, Північно-донецький НДІ КОМ), система "Львов" (В.М. Глушков, В.І. Скурихін, ІК АН УРСР) і система обліку для доменного цеху заводу імені Петровського (Дні-

пропетровськ). Всі вони побудовані на базі серійної ЕЦОМ "Минск-22", орієнтованої на розв'язання економічних задач, і являють собою багатомашинні (багатопроесорні) комплекси. АСУП "Донецк", призначена для управління підприємствами важкого машинобудування з дрібносерійним і індивідуальним дискретним характером виробництва, впроваджена на Донецькому заводі імені 15-річчя ЛКСМУ. З допомогою спеціальних команд забезпечується можливість паралельної роботи всіх машин комплексу і зміна всієї його структури і функціональної цілісності. Для зв'язку з виробничими об'єктами і збору інформації (уведення даних) використано ряд інформаційних підсистем. [1]

Важливе історико-технічне значення має АСУП "Львов". Це перша в СРСР мультипрограмна обчислювальна система, що працює в режимі розподілу машинного часу. Поява мультипрограмних систем відкрила новий етап розвитку обчислювальної техніки, що характеризується постановкою економічних задач масової обробки інформації і поступовим усуненням суперечності між високою продуктивністю процесора (машинного комплексу) і низькою продуктивністю численних пристроїв введення і виведення даних. Робочий час монопрограмних систем був зайнятий епізодичними невзаємозв'язаними одне з одним задачами. Мультипрограмна система вирішує задачі на основі комплексу взаємозв'язаних задач з використанням загальних інформаційних масивів. Багаторазові уводи і виводи проміжних даних усунені, тобто система використовується в принципово нових режимах за рахунок застосування деяких нових структурних і програмних рішень (система переривань, наявність каналів зв'язку з пристроями введення-виведення, захист пам'яті, система диспетчеризації і т. ін.) Пристрої системи поперемінно з максимальним завантаженням використовуються декількома програмами чи декількома частинами однієї програми. Все це виключило прості процесорів, неминучі при монопрограмній обробці, і забезпечило багаторазове збільшення ефективної продуктивності систем, побудованих на таких же елементах, як і монопрограмні системи того ж класу, вирішило проблему надання обчислювальної потужності декільком одноразово працюючим користувачам шляхом введення форми колективного користування – режиму розподілу часу між користувачами.

АСУП "Львов" – типова система управління підприємствами масового виробництва дискретного типу, вперше в країні рекомендована для серійного випуску. Спеціалізоване МЗ системи (на той час одне з самих складних в країні), за виключенням супервізора, побудовано на апаратних засобах. Ефективність режиму розподілу часу при невеликому об'ємі "швидкої" пам'яті досягнута за рахунок звуження кола питань, що вирішуються, до невеликого числа цільових задач і спеціалізації устаткування з програмно настроюваними структурами. Призначення системи диспетчеризації – організація керування потоками задач, розподіл завантаження процесорів, забезпечення зручної взаємодії людини з системою. В функціональному відношенні зручно

розглядати систему диспетчеризації (в сучасній термінології - операційна система, ОС) у вигляді двох ієрархічних рівнів. Верхній – програма супервізор, що контролює роботу ОС, забезпечує зв'язок з користувачами, організовує керування апаратним і програмним устаткуванням, і має власну мову для вказівки на застосування певних операторів до операндів (інформаційних масивів). Нижній – ряд моніторів - керуючих програм, що сприймають запити від ОС на виконання певних програм і організовують їх виконання. Систему диспетчеризації з апаратним устаткуванням можна уявити як псевдо машину, в якій ОС – це центральне управління, що інтерпретує інструкції користувача і виробляє послідовність макрокоманд для моніторів і звичайних команд в процесорах системи, суміщає неперервний обмін інформацією з виносними пультами (в системі "Львов" до 30 пультів-телетайпів) з одночасним розв'язанням задач управління і обробки даних.

Головна задача АСУП "Львов" – раціональна організація матеріальних потоків і обробки даних в реальному масштабі часу. Системний підхід до дослідження об'єкту, обґрунтований на статистичному аналізі повної алгоритмічної моделі матеріальних і грошових потоків, і застосовані методи структурного синтезу дозволили визначити оптимальну структуру АСУП і вирішити проблему розподілу часу, контролю роботи устаткування, комплектування ЕЦОМ, оперативної інформації виробництва і ін., що в сумі дало змогу втричі підняти ефективність капіталовкладень. [5]

Досвід розробки АСУП "Львов" (першої типової "АСУП-70"), її структурні, алгоритмічні і технічні рішення, доведені до рівня типових, і сама система – впроваджені на ряді приладобудівних підприємств країни і за кордоном (Львівський телевізійний завод, Ленінградський електроламповий завод, ряд організацій Москви, Мінська, Києва, Штрассфуртський телезавод в НДР і ін.). Отже, зусиллями українських кібернетиків вперше в вітчизняній практиці сформована типова комплексна технічна база розробки АСУП для підприємств масового виробництва. В процесі цієї роботи вирішена практична задача організації і підготовки колективу системотехніків, незважаючи на те, що в країні кадрів з такою спеціалізацією ще не було. ІК АН зробився базовим інститутом підготовки кадрів системотехніків, системоаналітиків, системних програмістів і т. ін.

До створення і впровадження АСУП приступають деякі інші організації України: Одеське управління головпостачу, завод "Красный экскаватор" (Київ), Мінчормет УРСР (Дніпропетровськ). На них будується перша АСУ галузевого масштабу для обліку і аналізу діяльності підприємств чорної металургії, дані для якої поступають по телеграфним лініям зв'язку з 136 підприємств і опрацьовуються на перфораційних машинах і ЕЦОМ "Минск-22". Питання впорядкування і регулювання запасів в АСУП при моделюванні дискретних процесів вирішувалось з допомогою методу, що зводився до статистичного моделювання задачі календарного планування. Задачі оптимізації розв'язувались методами лінійного, нелінійного, опуклого, динамічного

програмування і методом, який слід особливо відзначити – це "Київський віник". "КВ" – метод послідовного аналізу варіантів, основи якого закладені в ІК АН УРСР трудами В.С. Міхалевича та інших (1961), що є дієвим інструментом розв'язання багатоваріантних планових техніко-економічних задач і задач проектування складних систем.

Темпи розвитку робіт з автоматизації управління організаційними процесами почали перевищувати темпи розвитку автоматизації технологічних процесів. Причиною цього явища став переконливий приклад АСУП "Львов" і "Донецк" такого класу, що забезпечили підвищення продуктивності праці до 7% (проти 1,5-2% для АСУТП), поліпшення використання устаткування до 30%, звільнення обігових засобів до 30%, економію фондів зарплати до 20% і річний економічний ефект до 500 тис. крб. на рік [2].

В зв'язку з бурхливим розвитком і ускладненням АСУ різних класів (в першу чергу АСУП), які потребували фундаментальної інформаційної бази, підвищився інтерес до систем класу АДІС (автоматизована довідково-інформаційна система) фактографічного типу, що мали складати інформаційну підсистему створюваних нових АСУ. Так, групою вчених ІК АН УРСР (А.О. Стогній, М.Г. Зайцев, В.М. Афанасьєв) створено ряд таких дослідних інформаційних підсистем на базі ЕЦОМ "Минск-22". Подібні дослідження провадились і в других наукових установах України, де були створені підсистеми "Аист", "Сатурн", "Ликвидатор аварій" (НДІ гірничої механіки імені Федорова), "Донец-1", "Сигнал", (Північнодонецький НДІ КОМ) та інші.

Досвід експлуатації АСУ і КОМ, перехід від систем локального характеру до систем комплексного управління підприємствами і подальший розвиток системотехніки, зокрема, проведений в рамках цієї науки аналіз алгоритмічної, інформаційної та техніко-економічної специфіки кожного рівня управління в АСУ, зумовили необхідність реалізації ідеї багаторівневої АСУ для автоматизації крупних підприємств. Але в СРСР на той час існував лише один клас серійних КОМ загального призначення, розрахованих для керування лише неперервними технологічними процесами. Це "Днепр", що складав 50% всього парку КОМ в країні (економічний ефект більше 32 млн. карбованців), УМІ-НХ, що складав третю частину парку, і УМ-І – шосту частину.

Виходячи з цих передумов, в країні в другій половині 60-х років розроблено декілька великих ЕЦОМ, призначених для рішення складних задач оперативного управління підприємствами, тобто ЕЦОМ, які відповідають вимогам верхніх рівнів керування АСУ. Це КВМ-1 і "Днепр-2" (Київ), "Минск-32" (Мінськ), "Урал-14" (Пенза) та інші. Можливість постановки задач масової обробки інформації досягнута в них завдяки введенню мультипрограмного методу обробки інформації. Цей метод, в свою чергу, обумовив зростання складності системного МЗ універсального типу, ОС якого виконує роль посередника між машиною і користувачами, забезпечує можливість складання задач з модулів, записаних на різних мовах програму-

вання. Ця перевага мала велике значення в зв'язку з необхідністю реалізації нових, зручних для користувача мов програмування, орієнтованих (кожна) для рішення певних класів задач: для обробки великих масивів економічних даних (КОБОЛ, США), для науково-технічних розрахунків (АЛГОЛ, Західна Європа), для опису економічних задач (АЛГЕК, СРСР), для виконання ролі проміжної мови в системах з декількома мовами (АЛМО, СРСР), для моделювання систем масового обслуговування (СЛЕНГ, СРСР), для різноманітних службових програм - ряд автокодів (напр. КОМПАЙЛЕР) і ін.

КВМ-1 (А.Н.Новохатний, Північнодонецький НДІ КОМ, 1966) – потужний обчислювач багаторівневої (ієрархічної) АСУ СОУ-1, що включає також КОМ УМ-1 і МППИ-1 і впроваджена для виробничого економічного планування, обробки даних і керування технологічними процесами Північнодонецького хімічного комбінату. СОУ-1 збудована за агрегатним принципом, тобто скомпонована з конструктивно завершених пристроїв – з блоків. Це дозволяє створювати різноманітні, найбільш економічні системи керування в залежності від конкретних задач виробництва і ступені його вивченості, забезпечує гнучкість структури систем і можливість їх нарощування.

Оснащена багатофункціональним устаткуванням, КВМ-1 здійснює двосторонній обмін між процесором і 64 зовнішніми автономними пристроями. З допомогою системи переривань реагує на 80 запитань з урахуванням пріоритету. Процесор машини – це асинхронна ЕЦОМ з об'ємом головної (внутрішньої) пам'яті (ГП) 6144 слів розрядністю 50 біт, яка складається з блоків довгострокової (ДЗП) і оперативної (ОЗП) пам'яті (число блоків ДЗП і ОЗП всього 15 в довільній комбінації). Середня швидкість 80 тисяч операцій в секунду. За цими параметрами КВМ-1 - найбільш потужна ЕЦОМ в СРСР (на той час). Для ОЗП вперше застосовано найбільш вигідний для максимальних інформаційних ємностей 3Д тип пам'яті на феритових осердях з циклом звертання 8 мкс, хоч він і поступається іншим типам феритової пам'яті по технологічності, надійності і швидкодії. ДЗП – трансформаторного типу з циклом звертання 5 мкс. Система команд (всього 256) включає безадресні команди, які оперують зі стековою (магазинною) пам'яттю, що організується для рішення деяких задач в одному з блоків ОЗП. Зовнішня пам'ять - 8x2,5 млн. слів. Подання чисел – з фіксованою і плаваючою комами. Передбачена обробка також текстової інформації, що має важливе значення для рішення економічних задач, і автоматична модифікація команд.

До процесору КВМ-1 приєднується декілька комплексних ПЗО, кожний з яких вводить 656 аналогових сигналів, в тому числі пневматичних, 280 двохпозиційних чи 280 десятирозрядних двійковокодованих, 40 числоімпульсних. Видає ПЗО керуючих аналогових сигналів – 128, пневматичних – 80, завдань, що коректуються локальним регулятором – 64 і ін. Пристрій зв'язку з оператором забезпечує можливість дистанційного керування машиною [6]. ОС машини, що містить програму-супервізор, організує мультипрограму обробку інформації (є 80 програм з різним пріоритетом), забезпечує

можливість користуватись мовами АЛГОЛ (підмножина МИЛАН), АЛГЕК та автокодами. Для побудови машини застосована дослідна високочастотна імпульсна система елементів з використанням тунельних діодів з тактовою частотою до 2 МГц. Проте, серйозна вада імпульсних систем – необхідність складної синхронізації сумісної роботи схем і багатотактовних джерел електропостачання (ненадійність роботи), а також висока вартість і нетехнологічність були значним гальмом для промислового освоєння машини.

В результаті подальшого випробування різних систем елементів було зроблено остаточний вибір на потенціальній системі, яка відзначалась простотою синтезу багатокаскадних схем, технологічністю, високою перешкодостійкістю. Незважаючи на дещо підвищені апаратурні затрати, більш високочастотні підсилювачі і ін., вираш в надійності цього типу елементів безсумнівний. Виходячи з цих передумов, на базі потенціальних діодно-транзисторних елементів МИР-І (ІК АН УРСР, 1964), що випускались серійно, розроблено велику ЕЦОМ "Днепр-2" (В.М. Глушков, А.І. Нікітін, А.Г. Кухарчук, ІК АН УРСР сумісно з заводом ВУМ, 1967-1968). Це була перша вітчизняна мультипрограмна машина, що працювала в режимі розподілу часу одночасно між 16 користувачами і в режимі пакетної обробки до 14 задач ("Мінськ-32" не мав програми-диспетчера, а "Урал-14" фактично не працював в цих режимах). Призначалась для рішення планово-економічних задач і роботи з численними датчиками і каналами при керуванні безперервними технологічними процесами. До каналів приєднано 96 пристроїв введення-виведення даних і 16 пристроїв зовнішньої пам'яті по 1 млн. слів.

Особливістю машини є висока ефективність редагування в каналах. Вперше уведено символне кодування інформації байтами (1 байт – 8 біт). Слово складається з 4 байт, можлива довільна довжина слова. Це зручно при обробці текстової інформації, для одержання цілочисельних результатів і ущільнення інформації в пам'яті, що збільшує продуктивність. Процесор машини ("Днепр-21") має об'єм ГП 32768 слів, половину якого становить ОЗП типу ЗД з циклом звертання 11 мкс, другу половину – ДЗП трансформаторного типу з циклом 4 мкс. Можлива організація стекової пам'яті. На відміну від попередніх ЕЦОМ, тут канали зв'язку від арифметичного пристрою і пристроїв введення-виведення незалежно приєднані до ОЗП, який працює в режимі розподілу часу між цими абонентами, чим підвищується швидкодія. Система з 177 команд, що прийнята для машини, відображає концепцію мови КОБОЛ. Змінна адресність є ще одним новим рішенням, яке розширює можливості програмування. Розвинена система переривань по 56x512 причинам, захист пам'яті і засоби контролю реалізовані апаратурно. До процесору приєднано 4 агрегатовані ПЗО активного типу (машини централізованого контролю) "Днепр-22", які відповідно до фіксованих програм їх роботи, наявних ОЗП ємністю по 1024 слова і арифметичним пристроям виконують первинну обробку інформації і забезпечують зв'язок з об'єктом керування по

656 вхідним каналам – до 1024 біт і двопозиційним безконтактним виводам – до 1024 біт.

Впровадження ЕОМ та АСУ у народне господарство УРСР

Таблиця 1.

Роки	Кількість ЕОМ	Річний приріст	Кількість фахівців	Річний приріст	Кількість фахівців з вищою освітою	Річний приріст
1958	3	-	-	-	-	-
1959	8	5	245	2	90	-
1960	17	9	264	19	99	9
1961	24	7	264	0	104	5
1962	57	33	323	59	125	21
1963	85	28	336	13	171	46
1964	143	58	596	260	217	46
1965	200	57	1207	611	627	410
1966	250	50	2223	1016	935	308
1967	287	37	2120	-103	1074	139
1968	385	98	4000	1880	1870	796
1969	487	93	5480	1480	2252	382
1970	630	152	8227	2747	3334	1082
1971	778	148	10032	1805	4154	820
1972	1045	267	25090	15058	11305	7151
1973	1328	283	39814	14724	14265	2960

Таблиця 2.

Роки	АСУТП	АСУП	ОАСУ	Інші типи АСУ	Всього різних АСУ	Річний приріст різних АСУ
1965	8	-	-	-	8	8
1966	12	1	-	-	13	5
1967	17	3	-	-	20	7
1968	23	8	1	-	32	12
1969	35	13	1	-	49	17
1970	47	40	5	1	93	44
1971	57	56	6	6	125	32
1972	65	77	6	8	156	31
1973	85	117	10	17	229	73

Примітка: дані зазначені станом на 31.XII кожного року.

В заслугу розробникам слід поставити те, що з використанням найдешевших (повільно діючих) елементів і типів ОЗП, за рахунок ряду прогресивних рішень в структурній частині і в МЗ, яке відповідає розвиненому МЗ третього покоління ЕЦОМ, їм вдалося створити вельми ефективну машину з швидкістю 15-30 тис. операцій в сек. і терміном безперервної роботи 150 го-

дин [10]. ОС машини дає можливість записувати задачі на мовах АЛГОЛ, КОБОЛ і використовувати ряд автокодів. За своїми характеристиками "Днепр-2" може прирівнюватись до закордонних машин того ж класу – GE-400, IBM "Stretch" і IBM-360 (США), "System 4" (Англія), "FACOM-230" (Японія) та іншим, збудованим в той же час. Машина випускалась серійно Київським заводом "ВУМ" і знайшла широке впровадження в АСУ.

Підводячи підсумки описаному, слід зазначити, що саме з початку 60-х років розроблено такі різноманітні ЕЦОМ і АСУ, які дозволили завершити формування в країні комплексу основних засобів системотехніки для створення всіх уже перевірених практикою рівнів керування при автоматизації крупних підприємств. (Таблиця № 1, 2) Головна роль в цій справі на Україні належить ІК АН УРСР, що розробив не тільки цілий ряд різноманітних АСУ, але розвинув теорію побудови систем - системотехніку, створив науково-технічну базу розробки АСУП і підготовки відповідних спеціалістів, розробив перші в країні системи і ЕЦОМ, що працювали в режимах розподілу часу і пакетної обробки. Створення ЕЦОМ "Днепр-2" з розвиненим МЗ явилось серйозним науковим доробком для наступних поколінь ЕЦОМ.

Список використаних джерел:

1. Автоматизированная система управления на Донецком машиностроительном заводе имени 15-летия ЛКСМУ – М., НИИ Информтяжмаш, 1968.
2. Войтенко Е. А. Системы и средства автоматизации производств и управления /Войтенко Е. А. Выхованец В. И и др. //Цифровая управляющая вычислительная машина ЦУМ. – К., ГП СМ УССР, Институт автоматики, 1968.
3. Малиновский Б. Н. Основы проектирования управляющих машин промышленного назначения / Малиновский Б. Н., Янович И. А. и др. – М., Машиностроение, 1969.
4. Махров Н. В. Параметры разработки современных АСУП /Махров Н. В. и др. – М., "Наука", 1974.
5. Организация управления производством Львовского телевизионного завода. – "Механизация и автоматизация управления", 1969, 3
6. Резанов В. В. Комплекс технических средств для построения систем оперативного управления промышленными предприятиями / Резанов В. В. // Вычислительная техника. – К., ГПК СМ УССР, НИИТИ, 1966.
7. Сиваченко П. М. Об одной модификации ЭВМ "Днепр-1" для судовых вычислительных устройств /Сиваченко П. М., Бондаренко Л. Т. // Исследования в юго-западной части Норвежского моря и северо-восточной части Атлантического океана. Экспресс-информация 3 – К., Наукова думка, 1966.

8. Система оперативного управления "Харьков-1". – К., УкрНИИТИ, 1967.
9. Скурихин В. И. Принципы организации и исследования некоторых классов автоматизированных систем управления и обработки данных: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук /Скурихин Владимир Ильич – К., ИК АН УССР, 1970.
10. Управляющая вычислительная система "Днепр-2" – К., Наукова думка, 1972.
11. "Украина"./ Отчет ИК АН УССР по теме 0.80.557, К. – деп. во Всесоюзном техническом информационном центре, № А008718