

УДК 004.4 (091)

П.І. Андон

КИЇВСЬКА ШКОЛА ПРОГРАМУВАННЯ В.М. ГЛУШКОВА

Статтю присвячено 90-річчю від дня народження академіка НАН України і АН СРСР Віктора Михайловича Глушкова, його внеску в становлення та розвиток Київської школи програмування.

У 2013 році наукова спільнота відмічає 90-річчя від дня народження видатного, всесвітньо відомого вченого і організатора науки академіка Віктора Михайловича Глушкова.

Все своє коротке, яскраве життя В.М. Глушков віддав розвитку інформатики та кібернетики. Ним розроблено теоретичний базис та інженерні засади побудови ЕОМ, під його керівництвом створено та передано у серійне виробництво низку ЕОМ, орієнтованих на автоматизацію технологічних процесів, підтримку інженерних розрахунків тощо. В.М. Глушков по праву вважається засновником напрямків економічної та медикобіологічної кібернетики. Він багато зусиль витратив на побудову комп'ютерної індустрії та організацію широкого впровадження ЕОМ та автоматизованих систем управління в народне господарство СРСР.

Про подвижницьку роль В.М. Глушкова, про нього як неповторну талановиту особистість написано чимало [1–4].

Автором цієї роботи здійснюється спроба коротко висвітлити окремо внесок і роль В.М. Глушкова у розвиток теоретичних та прикладних основ програмування, створенні Київської школи програмування, яка і сьогодні приймає активну участь у розвитку і реалізації ідей і концептуальних положень, висунутих В.М. Глушковим.

Перші кроки

Початок розвитку програмування як інженерної дисципліни пов'язаний з розробкою у 1951 р. під керівництвом академіка АН УРСР С.О. Лебедева (на той час директора Інституту електротехніки АН УРСР) та передачею у експлуатацію першої у Радянському Союзі (і в континентальній Європі) електронної обчислювальної

машини МЕОМ (Мала Електронно-Обчислювальна Машина). У процесі створення цієї машини вперше надано визначення таким поняттям як програма (для обчислювальної машини), система команд машини, розробка, налагодження програми, блок-схема програми тощо, які лягли в основу термінологічного апарату програмування. Вже у 1952 р. на МЕОМ колективом математиків (перших програмістів) на чолі з К.Л. Ющенко (Ю.В. Благовещенський, І.В. Погребиський, В.С. Королук, Ю.О. Мітропольський, М.Р. Шура-Бура, Ю.Д. Шмиглевський, О.А. Ющенко) отримано перший досвід з розробки програм для вирішення важливих науково-технічних задач з області термоядерних процесів, космічних польотів, ракетної техніки, дальніх ліній передач тощо, у постановці яких приймали участь Б. Гнеденко, А. Дородніцин, О. Ішлінський, М. Келдиш, А. Лаврентьєв.

Виступаючи на засіданні Вченої ради Інституту кібернетики, присвяченого 25-річчю створення МЕОМ, В.М. Глушков так оцінив її значення для розвитку обчислювальної техніки в Україні і в Радянському Союзі: “Незалежно від зарубіжних вчених С.О. Лебедев розробив принципи побудови ЕОМ зі збереженою у пам'яті програмою. Під його керівництвом була створена перша в континентальній Європі ЕОМ, за короткий час були вирішені важливі науково-технічні задачі, чим було закладено початок радянської школи програмування...”

Адресна мова програмування

Програма на той час представляла собою послідовність команд жорстко зв'язаних між собою та прив'язаних до адресного поля пам'яті ЕОМ. Обмеженість

оперативної пам'яті ЕОМ МЕОМ (100 комірочок), низька швидкодія (100 операцій в секунду), нестабільність роботи МЕОМ, реалізованої на електронних лампах (≈ 5000 одиниць), вимушували розробників програм вишукувати витончені прийоми використання внутрішньої мови комп'ютера. Складання кожної програми розглядалось як вирішення окремої задачі. Перед запуском програми її щоразу треба було вручну покомандно вводити в оперативну пам'ять за допомогою двох десятків тумблерів на спеціальній панелі машини, на що витрачалось чимало часу, і до того ж, призводило до появи чималої кількості помилок.

З метою усунення проблем, які при таманні програмуванню в машинних кодах, у 1955 р. К.Л. Ющенко спільно з В.С. Королюком запропонували так звану Адресну мову програмування [5], одну з перших у світі мов програмування високого рівня, попередивши створення перших мов програмування ФОРТРАН (1958), КОБОЛ (1959), АЛГОЛ-60 (1960). Адресна мова – перше фундаментальне досягнення всієї Київської школи програмування. Конструкції цієї мови увійшли до складу сучасних мов програмування як класичні структури. Зокрема, в Адресній мові були закладені можливості опосередкованої адресації, а також адресації вищого рангу, уперше у світі була забезпечена незалежність роботи програми від розміщення у пам'яті.

Поява мови високого рівня дала поштовх у розвитку нового напрямку – проблематики компіляторів з таких мов на мови конкретних ЕОМ. Перший вітчизняний компілятор було розроблено у 1962 р. в Києві (з Адресної мови для ЕОМ Урал-1), у той час як в Москві та Новосибірську компілятори з Алгола-60 були розроблені трьома роками пізніше. Компілятори з Адресної мови було створено також для машин вітчизняного виробництва “Київ”, “Днепр”, “Урал”, “Минск”, “М-20”.

У цих компіляторах уперше у вітчизняній практиці застосована ефективна однопрохідна схема компіляції, а також використана так звана польська інвертована схема представлення виразів. За досить короткий час проведені дослідження та розробки з даної проблематики забезпечи-

ли створення теоретичних та прикладних основ побудови компіляторів з вхідних мов високого рівня на мови конкретних ЕОМ. Ці результати стали предметом дисертації К.Л. Ющенко, яка у 1965 році стала першою у СРСР доктором фізико-математичних наук з програмування. Накопичений з цього напрямку досвід суттєво сприяв підвищенню авторитета Київської школи програмування як в СРСР, так і за його межами.

Компілятори були розроблені також з інших мов програмування високого рівня для ЕОМ вітчизняного виробництва, які на той час мали широке розповсюдження, зокрема, для обчислювального керуючого комплексу “Днепр-2” розроблено компілятори з мов АЛГАМС, КОБОЛ, Автокод (К.Л. Ющенко, К.М. Лаврищева, Л.П. Бабенко), які базувалися на новому оригінальному методі синтаксично-орієнтованого аналізу програм на основі СМ-граматик, запропонованого та розвинутого під керівництвом К.Л. Ющенко, І.В. Вельбіцьким. Метод перевершив відомий на той час метод синтаксично розбору Замельсона і Бауера.

Операційні системи

Піонерськими на той час були роботи з розробки операційних систем, спрямованих на створення ефективних засобів керування ресурсами ЕОМ, а також зручними засобами людино-машинної взаємодії. Результати цих робіт знайшли втілення при створенні операційних систем для перших ЕОМ вітчизняного виробництва. Одну з найбільш розвинутих на той час операційних систем було розроблено для згаданого вище електронно-обчислювального комплексу “Днепр-2”. Особливість цієї операційної системи полягала у забезпеченні функціонування ЕОМ у режимі реального часу при застосуванні в системах керування технологічними процесами. Високі характеристики ефективності роботи машини були забезпечені розвинутою ієрархічною схемно-програмною системою переривання, паралельною роботою компонентів ЕОМ, спеціальними засобами організації пам'яті і т. і. Операційна система ЕОМ “Днепр-2” поряд з засобами ке-

рування обчисленнями, включала засоби збору, попередньої обробки та збереження даних, які отримуються по каналах зв'язку з об'єктами керування в реальному масштабі часу, а також засоби діалогової, багатопультової розробки, налагодження і виконання програм підтримки прийняття рішень щодо забезпечення оперативного керування технологічними об'єктами. Керуючий електронно-обчислювальний комплекс "Днепр-2" завдяки своїм високим програмно-технічним характеристикам успішно був використаний для автоматизації керування плавки на металургійних комбінатах Німецької Демократичної Республіки.

Стратегічні завдання

В.М. Глушков з перших днів свого призначення на посаду керівника лабораторії обчислювальної техніки у 1956 році після від'їзду до Москви С.О. Лебедева, приділяв велику увагу розвитку програмування, як важливого напрямку, від якого вирішальним чином залежав успіх розвитку проблематики створення ЕОМ в цілому. У своїх роботах з програмування В.М. Глушков виходив з дальньої мети – повної автоматизації процесу розробки програм і проведення обчислень, досягнення якої дозволило б залишити за людиною лише тонку постановку задачі, користуючись природньою математичною мовою. Ця мета була сформульована вже у 1957 році в [6], де пропонувались перші реальні кроки для її досягнення. Ця робота закінчувалась словами: "У випадку реалізації метода у всій його повноті, машині буде досить "показати" папери з надрукованим в них завданням, щоби машина у подальшому без втручання людини почала вирішувати задачу й видрукувала через певний час відповідь". Метод спеціалізованих програмуючих програм, запропонований і розвинений в [6], на даний час реалізується в методологіях побудови інтелектуальних комп'ютерних систем, основу яких складають бази знань та методи їхньої обробки. У цій роботі проявилась важлива методологічна ідея про правильне (збалансоване) поєднання універсальних і спеціалізованих засобів при створенні кі-

бернетичних систем, яка широко використовувалась у подальшому і в інших областях (архітектура ЕОМ, штучний інтелект, системи управління ...).

В.М. Глушков активно підтримав використання при створенні програм машинні мови високого рівня, яких на той час становилось все більше і різних. Але він перший, хто добре зрозумів, що використання мов високого рівня буде більш ефективним, якщо змінити архітектуру ЕОМ, піднявши при цьому їхній внутрішній "інтелект", аби машина могла безпосередньо сприймати і виконувати програми, які написані на цих мовах. І вже наприкінці 50-х років В.М. Глушков започаткував в Інституті кібернетики (тоді обчислювальному центрі АН УРСР) новий напрямок досліджень та розробки методів апаратної інтерпретації мов програмування високого рівня і реалізації цих методів у проектах нових великих та малих ЕОМ.

Ідея В.М. Глушкова щодо підняття рівня машинної мови в ЕОМ не була однозначно сприйнята у той час як вітчизняними, так і зарубіжними спеціалістами з обчислювальної техніки. На той час у світі панувала точка зору, що машинна мова має бути якомога простішою. По-перше, її простіше реалізовувати апаратно і цей аргумент на той час, враховуючи невисокий рівень технологічної бази ЕОМ, був досить вагомим. По-друге, всі інші проблеми створення програм в машинних кодах (у тому числі й їхня ефективність) мають вирішуватись при створенні компіляторів з мов високого рівня. Це була помилкова точка зору, що переконливо було доведено роботами В.М. Глушкова. У подальшому В.М. Глушковим та його учнями було отримано авторське свідоцтво з пріоритетом від 9 травня 1962 р. на ЕОМ, реалізуючи апаратно мову АЛГОЛ-60. Ідея та результати її розробки було покладено в основу експериментального проекту ЕОМ "Україна" з великими інтелектуальними можливостями [7]. Було показано, що застосування внутрішніх мов високого рівня не тільки виправдано економічно, але й має суттєво підвищити ефективність усного процесу математичної експлуатації машин. Лінія розвитку інтерпретації мов ви-

сокого рівня для малих ЕОМ, для яких вигоди з продуктивності не є домінуючими, пропонувалась у ряді вітчизняних і зарубіжних робіт ще до цього часу, але вперше експериментально повністю підтверджена створенням та експлуатацією машин серії “МИР”, розроблених у 60-х роках під керівництвом В.М. Глушкова. Оскільки вхідною для цієї серії була мова АНАЛИТИК [8] високого рівня, то система інтерпретації виявилась досить складною. В.М. Глушковым була запропонована ідея ступінчастого мікропрограмного керування, яка вперше знайшла реалізацію у машинах цієї серії. Структурна реалізація аналітичних перетворень забезпечила суттєве підвищення продуктивності на задачах з перетворенням формул.

Теоретичний базис програмування

Роботи зі створення нових структур ЕОМ здійснювались В.М. Глушковым у тісному зв'язку з фундаментальними дослідженнями в галузі прикладної теорії алгоритмів як теоретичної бази програмування. В.М. Глушков обрав шлях побудови єдиного математичного апарата, який би охопив всі рівні розробки ЕОМ, починаючи від алгоритмічного проектування апаратури і закінчуючи розробкою прикладного програмного забезпечення. Дослідження, виконані В.М. Глушковым у цій галузі, можна розділити на декілька етапів.

Кінець 50-х, початок 60-х років ознаменувались створенням алгебраїчної (абстрактної) теорії автоматів [9]. Хоча прикладні дослідження з теорії автоматів у першу чергу переслідували мету теоретичного обґрунтування методів проектування апаратури, поняття абстрактного автомата розглядалось значно ширше, як одне з найбільш загальних фундаментальних понять кібернетики. Зокрема, це поняття використано як загальна модель програми (мікропрограми), і вже при проектуванні внутрішнього математичного забезпечення ЕОМ “МИР-1” алгоритм мінімізації числа станів абстрактного автомата використовувався для скорочення обсягів мікропрограмного обладнання. Ідея розгляду програми як автомата і застосування теорети-

ко-автоматних методів перетворення і мінімізації у програмуванні по суті була викладена В.М. Глушковым ще у 1964 р. [10].

Наступний етап у розвитку В.М. Глушковым теоретичних основ програмування полягає у розробці прикладної теорії алгоритмів, який розпочався розробкою у 1965 р. теоретико-автоматної моделі ЕОМ, яка поклала початок теорії дискретних перетворювачів [11] і створенням мікропрограмної алгебри [12], яку пізніше стали називати алгеброю алгоритмів чи, інакше системою алгоритмічних алгебр [13]. Невдовзі стало ясно, що методи теорії дискретних перетворювачів і алгебри алгоритмів добре працюють як в теорії програмування, так і в технології проектування програмного забезпечення ЕОМ. Алгебру алгоритмів слід вважати одним з найбільш суттєвих внесків В.М. Глушкова у формування теоретичного фундаменту сучасного програмування.

Заслуга В.М. Глушкова полягає також у тому, що він уперше продемонстрував можливість застосування розвиненого математичного апарата перетворення формул для проектування і оптимізації таких складних об'єктів, якими є програми сучасних ЕОМ.

У розвитку алгебри алгоритмічних мов, тобто техніки еквівалентних перетворень виразів у таких мовах В.М. Глушков вбачав не тільки вдосконалення технологій розробки програм, він вкладав у цю проблему загально-математичний і навіть філософський зміст, розглядаючи створення алгебри мови конкретної області знань як необхідний етап її математизації. У роботі [14], співставляючи чисельні та аналітичні методи рішення задач прикладної математики В.М. Глушков писав: “Легко зрозуміти, що розвиток загальних алгоритмічних мов і алгебри таких мов призведе до того, що вирази в цих мовах (сьогоденні програми для ЕОМ) стануть такими ж звичними, зрозумілими і зручними, якими сьогодні являються аналітичні вирази. При цьому фактично зникає різниця між аналітичними і загальними алгоритмічними методами, що призведе до докорінної зміни обліку самої математики. З позиції цієї нової математики, ті хто сьогодні дивиться

звисока на програмістські методи, будуть виглядати приблизно так, як сьогодні виглядають деякі математики минулого століття, вперто вважаючи квінтесенцією математики знаходження методів рішення в квадратурах тих чи інших класів диференційних рівнянь”.

Ефективність та зручність алгебри алгоритмів продемонстровано практично. Учень В.М. Глушкова Г.Е. Цейтлін спільно з К.Л. Ющенко та її колективом, керуючись концепцією доказового програмування, формалізував моделі і конструкції, зручні для побудови строго обґрунтованих програм з різного роду властивостями, і на основі апарату систем алгоритмічних алгебр В.М. Глушкова, створив алгебро-граматичний (АГ) апарат синтезу й трансформації програм [15]. Практичним втіленням цього апарату стала реалізація кількох версій синтезатора “Мультипроцесист” Фортран -, Сі- та Паскаль – програм для різних комп’ютерних платформ.

Апарат систем алгоритмічних алгебр і сьогодні складає основу для вирішення як теоретичних, так і практичних проблем програмування.

Засоби та технології програмування в АСУ

Усі фундаментальні дослідження і розробки з побудови ЕОМ В.М. Глушков розглядав не як самоціль, а як засіб створення автоматизованих систем в інтересах різних сфер людської діяльності. Машина мають бути додатком у вирішенні задач збору, збереження, обробки та обміну інформації у повсякденній діяльності людей.

У зв’язку з цією тезою з 1962 р. в Інституті кібернетики АН УРСР було розгорнуто роботи з розробки комп’ютерних систем різного призначення та у першу чергу систем управління економічними об’єктами (підприємствами, промисловими галузями тощо). І вже у 1964 році на виконання доручення керівництва держави під керівництвом В.М. Глушкова підготовлено проект загальнодержавної автоматизованої системи ЗДАС (рос. ОГАС). Складовими цієї системи мали бути АСУ економічними об’єктами різного призначення та рівня в ієрархії управління, від підпри-

ємств до вищих органів державного управління, які мали бути побудовані на базі відповідних обчислювальних центрів та об’єднані високоефективною єдиною мережею передачі даних державного рівня (ГСВЦ – рос.). Проект ЗДАС також розроблено вченими і спеціалістами Інституту кібернетики (В.С. Міхалевичем, А.І. Нікітіним) під керівництвом В.М. Глушкова. Реалізація цієї безпрецедентної за масштабом та унікальністю за складністю роботи розпочалась зі створення АСУ “Львов” для заводу з виробництва телевізорів, АСУ “Кунцево” для машинобудівного заводу в м. Москві. У подальшому автоматизацією були охоплені 9 базових машинобудівних галузей військово-промислового комплексу СРСР. На виконання зазначених робіт у 1963 р. при Інституті кібернетики було організовано Спеціальне конструкторське бюро математичних машин та систем (СКБ ММС) (дир. Ю.Т. Мітулінський), в якому було зосереджено виконання конструкторсько-технологічних робіт з розробки, а також впровадження систем. Головними учасниками-першепроходцями зазначених проектів були В.І. Скурихін, А.О. Морозов, В.В. Шкурба, Т.П. Подчасова, А.О. Стогній, А.І. Нікітін, В.К. Кузнецов та багато інших фахівців-системотехніків.

В.М. Глушков як ніхто інший добре розумів, що для досягнення успіху у реалізації цієї грандіозної програми, потрібно розробити відповідну методологію створення такого роду систем. Всі особливості систем, такі як неперервність роботи зі збору та збереження великих обсягів інформації, її обробки і видачі в реальному масштабі часу, мають знайти відбиток як на архітектуру самих ЕОМ, їхнього програмного та інформаційного забезпечення, режимів функціонування тощо.

Зупинюсь на основних рисах методології, яку В.М. Глушков втілював у практику створення прикладних комп’ютерних систем [16].

1. Управління обчисленнями АСУ специфічне і потребує створення спеціалізованої операційної системи, яка має враховувати особливості АСУ, перш за все те, що потік переважної частини задач має регулярний характер вирішення, до того ж

задачі взаємопов'язані між собою, на відміну від традиційних операційних систем загального призначення, для яких характерні випадкові потоки, як незалежних задач. Зазначена специфіка дає можливість використати випередженість у часі для проведення підготовчих робіт з забезпечення готовності задач для вирішення, що значно сприяє підвищенню ефективності функціонування ЕОМ та реалізації вимог реального часу. Серед інших робіт з розробки спеціалізованих операційних систем відмітимо програмний комплекс "СИМОД", який розроблено для ЕОМ серії ЕС як розширення базової ОС ЕС загального призначення (П.І. Андон, В.О. Дерещкий). Система базується на граф-схемній моделі обчислень та спеціальному так званому методі інтегрованої мультипрограмної організації обчислень з максимальним розпаралелюванням. Система знайшла широке впровадження, зокрема, в НВО "Київський авіаційний завод". У порівнянні з традиційною, ОС ЕС "СИМОД" показала підвищення ефективності реалізації обчислювань від 3-х до 10-и разів.

2. Інформаційне забезпечення АСУ має створюватись на єдиній інтегрованій інформаційній моделі об'єкта управління, як сукупності узгоджених взаємопов'язаних баз даних та знань, які відображають поточний стан (значення) основних показників (характеристик) об'єкта управління, і які складають основу для проведення необхідної обробки даних. Цей принцип виключає проблеми, які притаманні розповсюдженому на той час позадачному підходу до розробки систем. Проблематика інформаційного забезпечення оформилась як окремий напрямок інституту, який очолив А.О. Стогній. Для її реалізації в АСУ розроблена відповідна методологія, в рамках якої запропонована та розвинена оригінальна концепція інтелектуалізації інформаційних систем, яка базується на розвитку традиційних інформаційних систем у трьох аспектах: підвищення грамотності систем; спроможності систем оцінювати повноту і точність своїх знань, розширення спектру методів побудови нових знань (П.І. Андон, О.Є. Яшунін, В.А. Резніченко). Розроблено програ-

мні засоби (ІНФОР, Пальма, ОКА, КАМА та ін.), які були спрямовані на підтримку проектування, зведення та використання систем баз даних і знань в АСУ.

3. Принцип нових задач, сформульований В.М. Глушковим, вимагає кардинального підвищення ролі математичного забезпечення АСУ. В першу чергу його увага була зосереджена на проблемах розробки та впровадження нових методів з напрямків системного аналізу та оптимізації, математичного та імітаційного моделювання. Фундаментальні та прикладні результати з розвитку цих напрямків, отримані в різні часи відомими математиками-кібернетиками Інституту кібернетики В.С. Міхалевичем, Н.З. Шором, В.В. Шкурбою, Ю.М. Ермольєвим, Б.М. Пшеничним, І.В. Сергієнком, І.М. Коваленком, Т.П. Мар'яновичем та ін. стали всесвітньо відомими, широко використовуються при вирішенні складних задач у системах різного призначення. На їх основі розроблено чимало методо- та проблемноорієнтованих пакетів програм та систем. Серед інших, діалогова система балансових розрахунків "ДИСПЛАН" (В.М. Глушков, А.І. Нікітін), статистичної обробки даних (І.В. Сергієнко, І.М. Парасюк), дискретної оптимізації ДИСПРО (І.В. Сергієнко), моделювання складних систем "СЛЕНГ", "НЕДИС" (Т.П. Мар'янович, В.В. Гусев, Л.А. Калініченко) та багато ін. У 1981 році за розробку комплексу методів оптимізації група вчених Інституту кібернетики отримала Державну премію України в галузі науки та техніки.

4. Розгорнута В.М. Глушковим програма зі створення автоматизованих систем управління очевидно передбачала з одного боку великий обсяг робіт з розробки прикладного програмного забезпечення створюваних систем (тільки для міністерства радіопромисловості мало бути створено до 600 АСУ), з іншого боку вимагалась висока якість програмного забезпечення. Досягти успіху з вирішення зазначених проблем, спираючись на наявні на той час засоби автоматизації програмування, не було ніякої можливості. Тому В.М. Глушков, спираючись на вітчизняний досвід з теорії і практики програмування у Москві,

Новосибірську, Дубні, Ленінграді та інших містах, на початку 70-х років сформував програму робіт з розвитку проблематики створення технологій програмування і засобів їх автоматизації [17–19]. Реалізація програми була задумана і організована ним широким фронтом: від фундаментальних і прикладних досліджень до виготовлення та впровадження в практику автоматизованих систем виробництва програм і технологічних комплексів програміста. У цей час В.М. Глушков особисто виконав великий обсяг робіт зі створення в державі першої вітчизняної технології програмування з розвиненими засобами автоматизації на всіх етапах життєвого циклу виготовлення програмних систем. Така технологія (Р-технологія) реалізована колективом І.В. Вельбіцького, базувалась на нових автоматно-лінгвістичних моделях програм і включала засоби для автоматизації проектування, тестування та документування програмного продукту для ЕОМ серії ЄС та БЕСМ. Для Р-технології характерно використання графічної форми запису для традиційних мов ФОРТРАН, ПЛ-1, ПАСКАЛЬ, АДА, орієнтація на безбумажну методологію виробництва, підтримка управління процесом розробки. Р-технологія була ефективно використана при розробці систем управління реального часу для ракетно-космічних бортових комплексів на харківському науково-виробничому об'єднанні "Хартрон".

У 1971 р. В.М. Глушков висунув ідею збирання програм з готових раніше розроблених компонент (модулів). Справа в тому, що вже на той час у світі було накопичено значну кількість окремих програм різного призначення, які отримали всебічну апробацію і з часом їх кількість стрімко зростала. Враховуючи цю ситуацію і тенденцію розробки технологій програмування, які базувались на використанні готових програмних компонентів суттєво, сприяла б вирішенню головних проблем програмування – підвищенню продуктивності виробництва та рівня якості програмних продуктів. Пізніше, програмування на основі такого підходу з розробки програм отримало назву збіркове. Незважаючи на простоту постановки задача зборки програм у дійс-

ності виявилась досить складною. Вона потребувала формального визначення таких понять як програмний модуль, міжмодульного та міжмовного інтерфейсів, міжмодульної взаємодії (інтероперабельності). Вирішення цих питань ускладнено тим, що модулі можуть бути різномовними, розроблені з використанням різних структур даних, для роботи на різних операційних системах тощо. Одна з реалізацій ідеї збіркового програмування була виконана в рамках проекту АПРОП колективом під керівництвом К.М. Лаврішевої (В.М. Грищенко, Є.І. Моренцов, Г.І. Коваль та ін.). Розроблений за результатами проекту відповідний інструментально-технологічний комплекс виробництва прикладних програм на основі збіркової методології АПРОП увійшов у склад загальносистемного програмного забезпечення ЕОМ серії ЄС і знайшов впровадження більш ніж у 50-и організацій СРСР. Серед інших, система АПРОП була використана як складова частина з виконання низки проектів міністерства радіопромисловості, орієнтованих на виробництво програмних комплексів для бортових систем. Результати роботи відзначені у 1985 р. премією Ради Міністрів СРСР.

Враховуючи актуальність та значний обсяг робіт з розробки програмного забезпечення для АСУ, у 1980 р. з ініціативи В.М. Глушкова при Інституті кібернетики було організовано Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро програмного забезпечення (СКТБ ПЗ) (дир. А.О. Стогній), на яке було покладено завдання розробки та організації впровадження системного та прикладного програмного забезпечення, у першу чергу для організацій та установ військово-промислового комплексу СРСР.

Фонди алгоритмів і програм

Принцип повторного використання програм в роботах В.М. Глушкова знайшов своє втілення не тільки в науково-технічному та інженерному аспектах розвитку програмування, а й в організаційному. З ініціативи В.М. Глушкова в 1966 році рішенням Ради Міністрів УРСР створено Республіканський фонд алгоритмів і програм, який у 1969 року увійшов до складу

Інституту кібернетики АН УРСР, а з 1980 року фонд передано до СКТБ програмного забезпечення ІК АН УРСР. Ініціатива В.М. Глушкова була схвалена і підтримана Державним комітетом Ради Міністрів СРСР з науки і техніки, постановою якого в наслідок створено Державний фонд алгоритмів і програм. Метою створення програмних фондів було визначено як найбільш повне задоволення потреб підприємств, організацій і установ держави програмними засобами шляхом централізованого їх накопичення і розповсюдження, а також усунення дублювання виконуваних робіт з розробки програмного забезпечення та підвищення ефективності використання ЕОМ у народному господарстві.

Система ДержФАП отримала широке розповсюдження. Так, у 1986 р. в державі функціонували біля 80 фондів різного підпорядкування, в яких було накопичено десятки тисяч програмних засобів і інформаційних матеріалів з програмування. Фондами щорічно виконувались значна робота з тиражування програм на запити користувачів. Безумовно, що, як і вся економіка держави, функціонування фондів алгоритмів і програм будувалось на адміністративних принципах, що не дозволяло отримати від їх діяльності можливий економічний ефект. Але ці недоліки ДержФАПа ніяк не є свідченням недоліків ідеї фондування програм, а є результатом способу її реалізації. З розпадом СРСР система ДержФАП перестала існувати, але основні моменти фондування програм, запропоновані В.М. Глушковым, знайшли втілення в сучасній ідеології вільного програмного забезпечення.

Макроконвейєр – на шляху до мозкоподібних ЕОМ

Ще у 1959 році на загальносоюзній конференції з обчислювальної техніки в Києві В.М. Глушков висловив ідею мозкоподібних структур, які стануть реальністю, коли конструктори зможуть об'єднати в єдину систему не тисячі, а мільярди елементів практично без обмежень на кількість з'єднань між цими елементами. В таких структурах може бути здійснено злиття пам'яті з обробки даних, тобто таке фу-

нкціонування системи, при якому дані обробляються по всій пам'яті з максимально можливим ступенем розпаралелювання виконання операцій.

Реалізація такої ідеї може бути здійснена, як вважав В.М. Глушков, при умові використання нової нефоннеймановської архітектури обчислювальних систем. Своє бачення з цього питання він висловив у доповіді на конгресі IFIP у 1974 р. про рекурсивну ЕОМ. Пізніше, розуміючи складність проблеми, він висловився так: "Необхідно було знайти компромісне рішення, яке визначало б перехідні етапи до мозкоподібних структур майбутнього шляхом відступу від принципів фон Неймана" (з доповіді В.М. Глушкова на конференції в Новосибірську у 1979 р.). Так з'явилась ідея високопродуктивної супер-ЕОМ нової архітектури – макроконвейєрної обчислювальної системи (МОС).

В.М. Глушков, який вже був тяжко хворим, встиг сформулювати основоположні принципи побудови МОС [20]. Ідея МОС була реалізована після смерті В.М. Глушкова у 80-х роках під керівництвом В.С. Михалевича (С.Б. Погребинський, О.А. Летичевський, В.П. Клименко, Ю.В. Капітонова, І.М. Молчанов). Були створені промислові зразки макроконвейєрної ЕОМ ЄС 2701, першої вітчизняної багатопроцесорної обчислювальної системи з розподіленою пам'яттю та високою ефективністю розпаралелювання процесів розв'язання складних прикладних задач.

Важливими досягненнями проекту були операційна система та мова паралельного програмування МАЯК. Операційна система макроконвейєра базувалась на нових методах організації розподілених обчислень на багаторівневій розподіленій пам'яті та методах ефективного розпаралелювання процесів обчислення. Оригінальними виявились рішення щодо визначення, моделювання та перетворення структур у системі.

Вагомий внесок у реалізацію математичного та програмного забезпечення МОС здійснили О.А. Летичевський, Ю.В. Капітонова та їх учні С.І. Горлач, А.Ю. Дорошенко, С.С. Гороховський, П.В. Горшков та ін.

У подальшому, в часи незалежності України, роботи з розробки та використання високопродуктивних обчислювальних багатопроцесорних архітектур кластерного типу набули нового розвитку під керівництвом І.В. Сергієнка. Розроблено теоретичний фундамент, методи та засоби побудови інформаційних технологій для вирішення задач трансобчислювальної складності (В.Н. Коваль, О.В. Палагін, О.Л. Перевозчикова та ін.). Розроблена значна кількість інформаційних технологій та систем, які знайшли впровадження в багатьох галузях людської діяльності: медицина, оборона, економіка, екологія, біоінформатика, державне управління тощо.

На завершення ...

Віктора Михайловича Глушкова немає з нами більше 30-и років. За цей в історичному плані короткий час проблематика обчислювальної техніки, програмування та інформатики в цілому зазнали безпрецедентних революційних змін. Прогрес виявився настільки великим і глобальним, а вплив інформаційних технологій на повсякденну діяльність людей став настільки суттєвим, що інформація стала головним ресурсом, рушійною силою розвитку суспільства.

Тим більш, варто відмітити, що ідеї В.М. Глушкова за цей час не тільки не втратили актуальність, а навпаки, продовжують бути в центрі уваги як дороговказ подальшого прогресу в інформатиці. За минулий час певних досягнень отримано вченими і спеціалістами київської школи програмування, заснованої В.М. Глушковым. Коротко про деякі [21].

В Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова О.А. Летичевським та його учнями у напрямку розвитку алгебраїчного програмування запропонована парадигма інсерційного програмування, в рамках якої розвинута теорія та розроблені засоби побудови відкритих (недетермінованих) програмних систем, які базуються на агентному підході. Учнями І.В. Сергієнка, І.М. Парасюком та О.І. Проватарем розглянуті питання застосування категоричних методів у програмуванні, запропонована алгебра морфізмів та CASE-система структурно-

модульного програмування. Набула розвитку проблематика побудови ефективних операційних систем для багатопроцесорних систем кластерного типу (О.Л. Перевозчикова, В.Г. Тульчинський).

В Інституті програмних систем НАН України завершено цикл робіт з розробки методологічних основ та інженерії компонентного збіркового програмування (К.М. Лаврищева, Г.І. Коваль, Є.І. Моренцов та ін.), закладено основи інженерії якості програмних систем (П.І. Андон, К.М. Лаврищева та ін.), розроблено нові методи паралельного програмування для сучасних розподілених багатопроцесорних комп'ютерних систем (А.Ю. Дорошенко, К.А. Жереб), отримано результати з розробки інтелектуальних інформаційних систем у середовищі семантичного вебу (П.І. Андон, В.А. Резніченко).

У Київському національному університеті ім. Т.Г. Шевченка під керівництвом В.Н. Редька розвивається напрямок дескриптивних систем та їх використання при побудові сутностних платформ у програмуванні. М.С. Нікітченком та С.С. Шкільняком запропоновані та вивчаються композиційно-номінативні логіки як програмно-орієнтовані логічні формалізми, побудовані на основі спільного для логіки й програмування композиційно-номінативного підходу.

У Національному технічному університеті "Київський політехнічний інститут" набула розвитку проблематика програмування для суперкомп'ютерних систем кластерного типу (М.З. Згуровський, А.І. Петренко).

Певні результати з розвитку програмної інженерії отримано в Національному авіаційному університеті під керівництвом М.О. Сідорова.

Ідеї В.М. Глушкова активно розвиваються також в інших наукових і освітніх установах та закладах України та за кордоном.

Немає сумніву, що подальші дослідження та розробка ідей В.М. Глушкова не тільки з програмування, а й з інформатики в цілому сприятиме успішному вирішенню складних та важливих практичних проблем у різних сферах людської діяльності.

1. *Капитонова Ю.В., Летичевский А.А.* Парадигмы и идеи академика В.М. Глушкова. – К.: Наук. думка, 2003. – 456 с.
2. *Сергиенко І.В.* Уроки академіка Глушкова. – К.: Академперіодика, 2008. – 125 с.
3. *Малиновский Б.Н.* История вычислительной техники в лицах. – К., Изд-во “КИТ”, 1995. – 382 с.
4. *Летичевский А.А., Капитонова Ю.В., Ющенко Е.Л., Сергиенко И.В., Вельбицкий И.В.* О работах Виктора Михайловича Глушкова в области программирования // Программирование. – 1983. – № 4. – С. 3–8.
5. *Ющенко Е.Л.* Адресное программирование. – Киев: Техн. литература, 1963. – 232 с.
6. *Глушков В.М.* Об одном методе автоматизации программирования. – В кн.: Проблемы кибернетики. – 1959. – № 2. – С. 181–184.
7. *Вычислительные машины с развитыми системами интерпретации.* – Глушков В.М. – Киев: Наук. думка, 1970. – 200 с.
8. *Глушков В.М., Бондарчук В.Г., Гринченко Т.А. и др.* АНАЛИТИК (алгебраический язык для описания вычислительных процессов с использованием аналитических преобразований) // Кибернетика. – 1981. – С. 102–143.
9. *Глушков В.М.* Синтез цифровых автоматов. – М.: Физматгиз, 1962. – 362 с.
10. *Глушков В.М.* О применении абстрактной теории автоматов для минимизации микропрограмм // Изв. Ан СССР, Техн. кибернетика. – 1964. – № 1. – С. 3–8.
11. *Глушков В.М.* Теория автоматов и вопросы проектирования структур цифровых машин // Кибернетика. – 1965. – № 1. – С. 3–12.
12. *Глушков В.М.* Теория автоматов и формальные преобразования микропрограмм // Кибернетика. – 1965. – № 5. – С. 1–10.
13. *Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко Е.Л.* Алгебра. Языки. Программирование. – Киев: Наук. думка, 1974. – 328 с.; Изд. 2-е, 1978. – 318 с.; Изд. 3-е, 1989. – 368 с.
14. *Глушков В.М.* Некоторые проблемы теории автоматов и искусственного интеллекта // Кибернетика. – 1970. – № 2. – С. 3–13.
15. *Глушков В.М., Капитонова Ю.В., Летичевский А.А.* О применении метода формализованных технических заданий к проектированию программ обработки структур данных // Программирование. – 1978. – № 6. – С. 31–43.
16. *Глушков В.М.* Введение в АСУ. – Киев: Техника, 1974. – 320 с.
17. *Глушков В.М., Вельбицкий И.В., Стогний А.А.* Об одном подходе к построению системного математического обеспечения современных вычислительных машин // Кибернетика. – 1972. – № 2. – С. 25–35.
18. *Глушков В.М.* Технология программирования и проблемы ее автоматизации // Управляющие системы и машины. – 1976. – № 6. – С. 76–93.
19. *Глушков В.М.* Фундаментальные исследования и технология программирования // Программирование. – 1980. – № 2. – С. 3–14.
20. *Глушков В.М., Капитонова Ю.В., Летичевский А.А.* О построении семейства алгоритмических языков для программирования и проектирования многопроцессорных вычислительных систем // Кибернетика. – 1981. – № 1. – С. 1–7.
21. *Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні: монографія / кол. авторів.* – К.: Наук. думка, 2010. – 1008 с.

Одержано 15.06.2013

Про автора:

Андон Пилип Іларіонович,
доктор фізико-математичних наук,
академік НАН України,
директор інституту.

Місце роботи автора:

Інститут програмних систем
НАН України,
03187, Київ-187,
проспект Академіка Глушкова, 40

Тел. (044) 526 5507.
E-mail: andon@isofts.kiev.ua