

УДК 378.2:51-37. 004.43:001.891.3:004.415(477)



МИЛОСТЯН Кирило,
аспірант Національної наукової
сільськогосподарської бібліотеки НААН
(м. Київ, Україна)

kirmil@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1346-1569>

ВНЕСОК К. Л. ЮЩЕНКО В РЕАЛІЗАЦІЮ ПРОЄКТІВ ПЕРШИХ У СРСР ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИН «МЕОМ» ТА «КИЇВ»

У статті розглядається процес створення та введення в експлуатацію перших у СРСР електронних обчислювальних машин – «Малої електронно-обчислювальної машини» («МЕОМ»), а також однієї з наступних розробок – цифрової електронної обчислювальної машини «Київ». Ці технологічні досягнення стали вирішальним етапом у зародженні та розвитку вітчизняної кібернетики, заклавши основи для подальшого розширення і вдосконалення обчислювальних систем та інформаційних технологій. Катерина Логвинівна Ющенко (1919-2001) входила до групи фахівців, які активно займалися розробкою математичного програмного забезпечення для цих пристроїв, була однією з перших операторів, які працювали з «МЕОМ». У подальшому цей досвід було використано при конструюванні обчислювальної машини «Київ». Дослідження, що проводились у процесі реалізації проєкту ЕОМ «Київ» відіграли ключову роль у створенні першої вітчизняної мови програмування, відомої як «Адресна мова програмування», що стало першим фундаментальним досягненням київської наукової школи теоретичного програмування.

Ключові слова: К. Л. Ющенко, обчислювальна машина «МЕОМ», обчислювальна машина «Київ», адресна мова програмування, вказівники.

CONTRIBUTION OF K. L. YUSHCHENKO TO THE IMPLEMENTATION OF PROJECTS OF THE FIRST IN THE SOVIET UNION COMPUTING MACHINES «MESM» AND «KYIV»

This article examines the process of creating and putting into operation the first electronic computers in the Soviet Union, the Small Electronic Calculating Machine («MESM»), as well as one of the subsequent developments, the «Kyiv» electronic computer. These technological achievements became a crucial stage in the birth and development of domestic cybernetics, laying the foundation for further expansion and

improvement of computing systems and information technologies. Kateryna Lohvynivna Yushchenko (1919-2001) was part of the group of specialists who were actively involved in the development of mathematical software for these devices, and was one of the first operators who worked with «MESM». Later this experience was used in the development of the «Kyiv» computer. The research conducted during the «Kyiv» computer project played a key role in the creation of the first national programming language, known as the «Address Programming Language». This was the first fundamental achievement of the Kyiv scientific school of theoretical programming.

Keywords: K. L. Yushchenko, «MESM» computer, «Kyiv» computer, address programming language, pointers.

Постановка проблеми. Українські вчені радянського періоду здійснили безліч відкриттів, які заслуговують на світове визнання. Проте через історичні обставини часто ці досягнення залишалися недооціненими. Серед таких важливих подій є виникнення програмування і створення одних з перших у світі електронних обчислювальних машин у Києві у 50-60 рр. XX ст.

У період «холодної війни» між СРСР та США розробка ядерної програми стала стратегічним елементом зовнішньої політики Радянського Союзу. Оскільки роботи в цьому напрямку потребували значних обсягів обчислень, для яких наявні в той час механічні засоби вже не відповідали вимогам, це стало причиною заснування в СРСР у 1948-1949 рр. низки наукових установ, фахівці яких розпочали працювати над створенням електронних обчислювальних пристроїв.

В одній з таких установ, створеній на базі лабораторії Інституту електротехніки АН УРСР, під керівництвом академіка С. О. Лебедева, 25 грудня 1951 р. було запущено в експлуатацію першу в СРСР електронну обчислювальну машину «МЕОМ». Ця подія виявилася поворотним моментом у науковій кар'єрі Катерини Логвинівни Ющенко. Одна з перших програмістів серед математиків, які взялися за практичне використання цієї машини, вчена здобула унікальний досвід, який став основою для нових ідей при роботі над наступним проєктом лабораторії – електронною обчислювальною машиною

«Київ». Цей досвід був втілений у системі команд комп'ютера «Київ» – однієї з перших у світі мов програмування високого рівня – «Адресної мови програмування».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенню перших електронних обчислювальних машин (ЕОМ) присвячено низку публікацій відомого вченого Б. М. Малиновського [2; 3], у яких висвітлено не лише технічні аспекти створення перших ЕОМ, а й історичний контекст, у якому вони були розроблені; відтворено етапи наукових досліджень та визначні події, що сприяли народженню цієї революційної технології. Ряд статей учнів та підлеглих К. Л. Ющенко – О. Л. Перевозчикової, Н. М. Міщенко [5; 6] – розкривають етапи життя та наукової діяльності вченої. Варто виокремити праці її сина Ю. О. Ющенко [7; 8; 9]. Окрему групу джерел складають опубліковані праці К. Л. Ющенко та її співавторів [12; 13].

Метою статті є дослідження діяльності та наукових здобутків К. Л. Ющенко (1919-2001) з метою виявлення її внеску в історію розвитку комп'ютерної технології в Україні та світі. У статті подано докладний аналіз діяльності вченої, у тому числі її участь у проєктах електронних обчислювальних машин та розробленні «Адресної мови програмування», досліджено її внесок у розвиток методології програмування.

Виклад основного матеріалу. Події Другої світової війни підштовхували уряди всіх провідних країн-учасниць до створення нової надпотужної зброї та стимулювали великий стрибок у розвитку технологій. Для керівництва СРСР надважливою задачею було максимальне розширення свого геополітичного впливу у світі. Політики тих часів не бачили кращого варіанту для реалізації цих планів, окрім винайдення більш потужніших зразків зброї. Створення у 1945 р. у США атомної бомби надавало їм перевагу у світовій політиці, що для керівництва Радянського Союзу було неприпустимим. Логічно, що в цих умовах основний науково-технічний потенціал СРСР було спрямовано на розробку

власної ядерної зброї та засобів її доставки – міжконтинентальних ракет, розробка яких згодом дала значний поштовх до створення перших космічних літальних апаратів. Ці роботи вимагали проведення великого обсягу математичних обчислень.

До появи електронних обчислювальних машин усі розрахунки проводились обчислювачами, інструментами яких були власні знання математики, логарифмічна лінійка, арифмометр та настільні механічні обчислювальні машини. Власне, слово «комп'ютер» спочатку означало людину цієї професії, і лише у другій половині XX ст. так стали називати пристрій, який людей-обчислювачів замінив.

У грудні 1951 р. у Києві в Інституті електротехніки АН УРСР під керівництвом академіка С. О. Лебедева відбулася подія, що визначила подальший шлях розвитку національної та світової комп'ютерної науки. Протягом трьох років з моменту початку робіт вдалося створити та впровадити в регулярну експлуатацію першу в СРСР цифрову електронну обчислювальну машину, відому як «Мала електронна обчислювальна машина» («МЕОМ») [2, с. 28]. Це досягнення не лише відзначалося технічною майстерністю та інженерними здібностями колективу, а й відображало значний крок уперед у сфері автоматизації обчислень, відкриваючи нові перспективи для обчислювальної техніки та її застосування.

З 1948 р., коли в СРСР стало відомо про аналогічні роботи в США (MARK I 1944 р., ENIAC 1946 р.), розпочалося створення потужних лічильних машин для розвитку оборонної промисловості [3, с. 7; 11, с. 22, 155]. Для розробки цих проєктів засновано ряд науково-дослідних центрів: Інститут обчислювальної техніки та точної механіки АН СРСР (1948 р., Москва), спеціальне конструкторське бюро № 245 (1948 р., Москва) [2, с. 31-33]. На базі Інституту електротехніки АН УРСР, який у 1947 р. очолив вчений-

електротехнік С. О. Лебедєв, було виокремлено лабораторію, яка з осені 1948 р. зайнялася вивченням питання створення ЕОМ [2, с. 25].

Уже до кінця 1948 р. було окреслено загальні принципи побудови електронних лічильних машин [2, с. 33]. Відмічаємо той факт, що паралельно з роботами лабораторії Інституту електротехніки відбувались й інші розробки. Так у грудні 1948 р. вчений Ісаак Брук, керівник лабораторії енергетичних систем Енергетичного інституту АН СРСР та інженер Башир Рамєєв отримали перший в СРСР патент на обчислювальну машину нового типу [3, с. 7].

До кінця 1949 р. було створено принципову блок-схему макету машини та розроблено основні елементи. В середині 1950 р. вже проводилися монтажні роботи і 6 листопада зазначеного року проведено пробний пуск макета машини. 4 січня 1951 р. діючий макет лічильної машини було успішно представлено приймальній комісії, складено акт прийому і команда приступила до переробки макета в малу електронну лічильну машину [3, с. 15]. У кінці 1951 р. комісія АН СРСР після серії тестувань прийняла рішення про її прийом з 25 грудня 1951 р. в регулярну експлуатацію. Наказом Президії АН УРСР за активну участь у розробленні першої вітчизняної лічильної машини «МЕОМ» була оголошена подяка основним учасникам цієї роботи: Л. Н. Дашевському, А. Л. Гладиш, В. В. Крайницькому, С. Б. Погребинському, А. Г. Семеновському, І. П. Окуловій, К. О. Шкабарі, З. С. Рапоті, С. Б. Розенцвайгу [2, с. 27].

Уже з початку 1952 р. розпочалася активна фаза використання «МЕОМ» для вирішення завдань з області термоядерних процесів, космічних польотів і ракетної техніки та промислового машинобудування [3, с. 19-20]. Так, було виконано розрахунки процесів втягування у синхронізм потужних синхронних генераторів за параметрами Куйбишевської ГЕС, які визначаються системою нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку. На цьому етапі до команди розробників машини підключаються фахівці Інституту математики АН УРСР. К. Л. Ющенко працювала в цьому інституті в обчислювальній

лабораторії, яку створив академік О. Ю. Ішлінський для проведення розрахунків об'єктів космічної техніки та траєкторій польоту космічних ракет на посаді старшого наукового співробітника [1, с. 12; 9, с. 8].

Втім досвід створення перших програм виявив певні труднощі. Під час запису програм до внутрішньої пам'яті «МЕОМ» програмісти стикалися з великою кількістю обмежень. Вони вміли враховувати ці обмеження та шукати ефективні, хоч і нестандартні, рішення для досягнення мети. Враховуючи перешкоди, пов'язані з ручним введенням команд за допомогою тумблерів, кожен крок у процесі створення програми вимагав від фахівців не лише технічної кмітливості, але й великої витримки й терпіння. Програми повинні були бути не лише короткими за обсягом, але й максимально ємкими за змістом, оскільки процес «набирання» команд виконувався вручну за допомогою тумблерів на спеціальній панелі. Цей процес міг займати години, тому максимізація ефективності використання кожної команди була критично важливою. Крім того, у процесі завантаження програми в пам'ять машини брали участь декілька людей, щоб перевірити правильність введення команд [5, с. 15; 6, с. 116]. Це вимагало від програмістів не лише акуратності й відповідальності, але й глибокого розуміння структури та логіки програми. Отже, кожна команда у програмі мала бути максимально оптимізованою та ефективною, щоб забезпечити оптимальне використання ресурсів обчислювальної машини та спростити процес її програмування.

К. Л. Ющенко була однією з перших, хто опанував складання програм для «МЕОМ» [6, с. 116; 9, с. 1]. За допомогою цієї машини вдалося вирішити низку задач: зовнішньої балістики, складання таблиць для статистичного приймального контролю, розрахунок теплової напруги будівельних конструкцій, оцінка об'ємів земляних робіт при проектуванні автодоріг тощо [9, с. 7]. У більшості виконаних завдань К. Л. Ющенко була або єдиним виконавцем або ж входила до групи виконавців, тому можна впевнено

стверджувати про найвищий ступінь розуміння нею конструкції машини і математичного підґрунтя цих процесів.

Для більш складних завдань з'ясувалося, наскільки важко вирішувати їх шляхом кодування машинних програм згідно з визначеною програмістом блок-схемою алгоритму, тому для спілкування людини з комп'ютером виникла потреба створення мови програмування високого рівня та відповідного компілятора. Тоді йшлося про нове застосування комп'ютера для вирішення задач неарифметичного характеру (аналітичні перетворення виразів, їх диференціювання та інтегрування, розпізнавання графічних образів, обробка текстів). Істотний вплив на розуміння цієї проблеми зробив професор Київського університету Л. А. Калужнін, який викладав курс математичної логіки. Він запропонував формальний апарат граф-схем програм [4, с. 209; 6, с. 118].

На початковому етапі виникли ключові проблеми, пов'язані з теоретичним програмуванням та автоматизацією процесу програмування. Основним завданням було забезпечити, щоб комп'ютер не лише виконував прості операції, такі як додавання і множення, але й здійснював перехід від однієї операції до іншої автоматично. Це означало не лише виконання окремих операцій, але й «запам'ятовування» проміжних результатів обчислень, вибір чисел з пам'яті, зміну характеру обчислень, видачу остаточних результатів та своєчасне припинення роботи машини. Для вирішення цих завдань були використані різноманітні прийоми програмування, такі як створення алгоритмів, використання умовних операторів, циклів та функцій. Крім того, виникла необхідність у використанні структур даних для зберігання та обробки інформації, таких як масиви, списки та файли [6, с. 115-117]. Нова математична дисципліна, що виникла з потреб розвитку обчислювальної техніки, отримала назву «теорія програмування». Її основна мета полягала у розробленні методів та засобів, які дозволяють розбити складне завдання на елементарні операції,

формуючи таким чином програму, за якою повинна працювати обчислювальна машина.

Лабораторія обчислювальної техніки Інституту електротехніки АН УРСР, в якій було створено «МЕОМ», у 1953 р. була підпорядкована Інституту математики АН УРСР. Згодом, у 1956 р., керівником Лабораторії обчислювальної техніки Інституту математики АН УРСР було призначено доктора фізико-математичних наук В. М. Глушкова [5, с. 4]. З наукових досліджень, що проводилися в той час у лабораторії на базі малої електронної лічильної машини «МЕОМ», слід виокремити важливі роботи з теорії програмування, що призвели до створення «Адресної мови», а також методи вирішення статистичних та оптимізаційних задач. Робота на «МЕОМ» була організована та координувана експлуатаційним персоналом під керівництвом старшого наукового співробітника Л. Н. Дашевського. У межах цієї діяльності здійснювалися випробування нових логічних елементів, зокрема, ферит-діодних і напівпровідникових [3, с. 46]. Вагомим результатом наукових досліджень, що проводилися на базі машини «МЕОМ», стало створення у 1955 р. В. С. Корольком та К. Л. Ющенко адресного програмування. Відправним пунктом цієї наукової роботи став курс лекцій професора А. А. Ляпунова, який він викладав у Московському університеті [13, с. 2-3; 8, с. 3].

«Адресна мова програмування» дуже схожа на звичайну математичну мову формул. У ній використовуються символи, які в математиці застосовуються для позначення величин, векторів, функцій та інших об'єктів. Для формування команд необов'язково заздалегідь володіти знаннями про числа, над якими будуть проводитися операції. Достатньо лише вказати в команді номер комірки – «адресу», де ці числа розміщено у пам'яті. Цей метод, відомий як «адресація», дозволяє створювати команди, навіть не знаючи результатів попередніх операцій. Принцип полягає у тому, що програма вказує на адресу пам'яті, де знаходяться дані, над якими потрібно провести операції, і

адресу, куди результат буде збережено. Цей процес схожий на виконання інструкцій, що визначають, куди помістити виконані обчислення та як вони повинні бути збережені для подальшого використання [12, с. 10].

Величезним досягненням лабораторії на той час було створення ЕОМ «Київ». Ця обчислювальна машина вирізнялася своєю унікальністю, адже базувалася на асинхронному принципі, що забезпечувало простоту її налаштування та можливість послідовної модернізації. Варто зауважити, що принцип асинхронного функціонування ЕОМ «Київ» не лише дозволяв ефективно використовувати окремі комірки пам'яті, але й відкривав широкі перспективи для інтеграції цілих підсистем машини в спеціалізовані обчислювальні та керуючі пристрої. Цей підхід став ключовим для створення різноманітних систем управління та обробки даних, де використовувалися не лише окремі компоненти ЕОМ, але й її цілі блоки [10, с. 3].

Розробка універсальної електронної обчислювальної машини «Київ» розпочалася у лабораторії обчислювальної техніки Інституту математики АН УРСР за ініціативи академіка Б. В. Гнеденка спільно з колективом, який раніше вже працював над створенням першої в Європі електронної обчислювальної машини «МЕОМ» під керівництвом академіка С. А. Лебедева. Спільно зі старшими науковими співробітниками Л. Н. Дашевським та К. Л. Ющенко Б. В. Гнеденко здійснював керівництво початковою стадією розробки машини [10, с. 3].

ЕОМ «Київ» призначалася для Обчислювального центру, створеного на базі Лабораторії обчислювальної техніки Інституту математики АН УРСР [11, с. 39] і повинна була стати лідером серед тогочасних обчислювальних пристроїв, пропонуючи низку інноваційних характеристик, які перевершували існуючі стандарти. Серед її ключових особливостей варто відзначити наявність асинхронного управління, а також використання феритової оперативної пам'яті та зовнішньої пам'яті на магнітних барабанах. Додатково ЕОМ «Київ»

пропонувала введення-виведення чисел у десятковій системі числення, аналогічно до «МЕОМ», а також мала у своєму складі пасивний запам'ятовуючий пристрій з набором констант і підпрограм елементарних функцій [11, с. 39-40]. Не менш вражаючою була розвинена система операцій, яка включала групові операції з модифікацією адрес, що виконувалися над складними структурами даних та інші передові функції [3, с. 46].

На останніх етапах розробкою машини «Київ» керували академік АН УРСР В. М. Глушков, Л. Н. Дашевський та К. Л. Ющенко. Завершальні роботи над машиною «Київ» (технічне проєктування, збирання та налагодження) були проведені в Обчислювальному центрі АН УРСР, створеному у грудні 1957 р. [10, с. 3].

Розробка математичних вимог до комп'ютера «Київ» відбувалася під керівництвом К. Л. Ющенко паралельно з роботою над створенням та розвитком «Адресної мови». Обидві ці грані проєкту взаємодоповнювали одна одну, сприяючи створенню комплексної системи, що відповідала потребам і вимогам свого часу. При розробці системи операцій зверталася особлива увага на забезпечення зручності програмування [7, с. 106].

ЕОМ «Київ» – триадресна машина зі швидкістю роботи до 15000 операцій «додавання», 5000 «множення» та 3000 «ділення» на секунду. Якщо прийняти, що 80 % усіх операцій є операціями типу додавання, 15 % – операціями множення, а 5 % – операціями поділу, то середня швидкість роботи машини (при роботі з оперативною пам'яттю) складе не менше 10000 операцій в секунду [3, с. 38]. Дійсна швидкість роботи ще вища, оскільки в машині було передбачено додаткові заходи для збільшення швидкодії (наприклад, пропуск нульових адрес). Для обчислювальної машини «Київ» було реалізовано механізм непрямої адресації, що є одним із перших прикладів впливу теоретичного програмування на проєктування архітектури та елементної бази комп'ютерів. На відміну від попередніх електронних обчислювальних пристроїв,

які були призначені переважно для математичних розрахунків та виконували програми у двійкових машинних кодах або дуже до них наближених, «Київ» був асинхронним комп'ютером широкого призначення, першим у світі, у системі операцій якого було вбудовано потужні засоби програмування, що дозволяли визначати та обробляти спискові структури [11, с. 41-44]. Обчислювальна машина «Київ» стала першою в Європі системою цифрової обробки зображень та моделювання інтелектуальних процесів. До неї були підключені два унікальних периферійних пристрої, які дозволили моделювати на комп'ютері прості алгоритми навчання для розпізнавання образів та управління цільовою поведінкою [11, с. 43-44].

Участь у створенні обчислювальної машини «Київ» відіграла вирішальну роль у наукових дослідженнях К. Л. Ющенко, що були спрямовані на розробку концепції адресного програмування – «адресності» та «програмного управління», – та надала важливого поштовху до створення київської школи теоретичного програмування [12, с. 56]. Створення «Адресної мови» вважається першим значущим досягненням наукової школи теоретичного програмування. Це відбулося ще до створення перших мов програмування, таких як «Фортран» (1958), «Кобол» (1959) і «Алгол» (1960). «Адресна мова» стала підґрунтям для розвитку не лише мов програмування з механізмом непрямої адресації, але й асемблерів [6, с. 119], що стало важливим кроком у напрямку створення ефективних і потужних засобів для розробки програмного забезпечення. Підручники з «Адресної мови» було видано у п'ятих країнах на російській, словацькій, угорській, німецькій та французькій мовах [1, с. 20-21].

Розробка системи команд комп'ютера «Київ» вдосконалила можливості динамічної зміни програм для «МЕОМ», що значно полегшило процес розробки програмних продуктів, зокрема компіляторів. Це – революційне рішення і видатний винахід у галузі інформаційних технологій. Згодом, «Адресна мова програмування» набула призначення для перенесення програм між

комп'ютерами з різною архітектурою [13, с. 19-21]. Ця мова була реалізована на радянських електронних обчислювальних машинах першого покоління, таких як «Дніпро», «Київ», «М 20», «Урал», «Мінськ», що підкреслює її фундаментальне значення [3, с. 107]. Зусиллями К. Л. Ющенко у 1962 р. у Києві для ЕОМ «Урал-1» запрацював один із перших радянських компіляторів (невдовзі і для ЕОМ «Київ») і мав вхідну «Адресну мову» [6, с. 118-120; 8, с. 3]. За короткий час вдалося реалізувати сімейство компіляторів «Адресної мови» на різних електронних обчислювальних цифрових машинах.

К. Л. Ющенко та В. С. Корольок, створюючи систему понять для опису архітектури та системи команд електронної обчислювальної машини «Київ», ввели в «Адресну мову» засоби маніпулювання адресами другого рангу – «вказівники», чим зробили вагомий внесок у розвиток програмування. Ці засоби, що стали класичними конструкціями «pointer» у сучасних мовах програмування, відіграють важливу роль у роботі з пам'яттю та адресацією даних [9, с. 4].

Однією з визначних особливостей системи команд комп'ютера «Київ» стало те, що до команд процесора було включено непряму (опосередковану) адресацію вищих рангів, що передбачало «розіменування вказівників». Це була перша в світі апаратна реалізація адресації другого рангу та можливості задання циклів. Додатково, апаратна реалізація групової «штрих-операції» («розіменування») суттєво прискорювала обробку складних типів даних та забезпечувала миттєвий (прямий) доступ до довільного елементу списку через виконання процесором групової команди модернізації адрес [12, с. 10-12].

Досягнення в реалізації «Адресної мови програмування» для різних обчислювальних пристроїв стали предметом докторської дисертації К. Л. Ющенко «Розробка питань теорії алгоритмічних мов та автоматизації програмування», яка вперше у СРСР у 1965 р. отримала ступінь доктора фізико-математичних наук із програмування [1, с. 58].

Висновки. Ставши однією з перших програмістів, що займалися практичним використанням електронних обчислювальних машин, Катерина Логвинівна Ющенко (1919-2001) здобула унікальний досвід, який надихнув на новаторські ідеї у розробці наступних проєктів. Вона є яскравим прикладом вченого, чий внесок у науку необхідно належним чином враховувати й визнавати. Її наукові здобутки, зокрема у період роботи над проєктами електронних машин «МЕОМ» та «Київ», а саме «Адресна мова програмування» стали фундаментальною основою для розвитку сучасного програмування. Вчена дала поштовх до створення нових мов, а також вплинула на формування сучасних підходів до програмування та інформаційних технологій.

Досягнення українських вчених ХХ ст. у галузі обчислювальної техніки та програмування мають велике значення, проте через історичні та політичні обставини вони нерідко залишалися недооціненими. Спроби асиміляції досягнень українських науковців під прапором «совєтської» науки виникали внаслідок складного політичного контексту. У результаті це призводило до того, що їхні внески часто приписувалися загальносоюзному рівню. Науковий здобуток К. Л. Ющенко залишає невимірні сліди у світі комп'ютерних наук і є визначальним для розвитку сучасного програмування.

Список використаних джерел та літератури

1. Архів Президії Національної Академії наук України. Ф. 251, оп. 632 а, спр. 32. 109 арк.
2. Малиновський Б. М. Історія обчислювальної техніки в особах. Київ, 1995. 384 с.
3. Малиновський Б. М. Нариси з історії комп'ютерної науки і техніки в Україні. Київ: Видавництво «Фенікс», 1998. 290 с.
4. Милостян К. О. Історичний аспект заснування школи теоретичного програмування в контексті глобалізації ІТ-інновацій для нагальних потреб людства. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Науково-інноваційний розвиток агровиробництва як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра»*, м. Київ, 17 листопада 2021 р. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. С. 208-210.

5. Міщенко Н. М. Спогади. Ч. 1. Інститут кібернетики НАНУ: все починалося у Феопанії... (1956-1958). URL: <http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/LEBEDEV/TXT/m1956-1958-4.pdf>
6. Перевозчикова О. Л. Школа теорії програмування К. Л. Ющенко. *Наука та наукознавство*. 2007. № 4. С. 114-146.
7. Ющенко Ю. О. Розробка архітектури комп'ютера «Київ» за концепцією адресного методу програмування. *Проблеми програмування*. 2021. № 4. С. 103–118.
8. Ющенко Ю. О. Катерина Логвинівна Ющенко – винахідниця Pointers. *Світ*. 2021. № 5–6 (10.02). С. 2-3.
9. Ющенко Ю. О. Pointers в програмах на «МЕОМ». URL: http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/TXT/YuriYushchenko_u.pdf.
10. Глушков В. М., Ющенко Е. Л. Вычислительная машина «Киев»: Математическое описание. Киев: Государственное издательство технической литературы, 1962. 183 с.
11. Морозов Ю. М. История и методология вычислительной техники. Санкт-Петербург: СПбПУ, 2012. 312 с.
12. Ющенко Е. Л. Адресное программирование. Киев: Государственное издательство технической литературы, 1963. 287 с.
13. Ющенко Е. Л. Некоторые вопросы теории алгоритмических языков и автоматизации программирования. Рукопись доклада по совокупности выполненных и опубликованных работ: диссертация доктора физ.-мат. наук. Киев: АН УССР, 1964. 51 с.

References

1. Archives of the Presidium of the National Academy of Sciences of Ukraine. Fund 251, Inventory 632a, Unit 32 [In Ukrainian].
2. Malynovskyi, B. M. (1995). *Istoriia obchysliuvalnoi tekhniky v osobakh* [The history of computing in person]. Kyiv [In Ukrainian].
3. Malynovskyi, B. M. (1998). *Narysy z istoriyi komp'yuternoyi nauky i tekhniky v Ukrayini* [Essays on the history of computer science and technology in Ukraine]. Kyiv [In Ukrainian].
4. Mylostyan, K. O. (2021). *Istorychnyy aspekt zasnuvannya shkoly teoretychnoho prohramuvannya v konteksti hlobalizatsiyi IT-innovatsiy dlya nahal'nykh potreb lyudstva* [The historical aspect of the founding of the school of theoretical programming in the context of globalization of IT innovations for the urgent needs of mankind]: Proceedings from Vseukrayins'ka naukovo-praktychna konferentsiya «Naukovo-innovatsiynyy rozvytok ahrovyrobnytstva yak zaporuka prodovol'choyi bezpeky Ukrayiny: vchora, s'ohodni, zavtra» [Abstracts of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Scientific and Innovative Development of Agricultural Production as a Guarantee of Food Security of Ukraine: Yesterday, Today, Tomorrow»]. Vinnytsya, pp. 208-210 [In Ukrainian].

5. Mishchenko, N. M. Spohady. Ch. 1. Instytut kibernetiky NANU: vse pochynalosya u Feofaniyi... (1956-1958) [Memoirs. Part 1: Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine: it all started in Feofania... (1956-1958)]. URL: <http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/LEBEDEV/TXT/m1956-1958-4.pdf> [In Ukrainian].

6. Perevozchikova, O. L. (2007). Shkola teorii prohramuvannia K. L. Yushchenko [School of programming theory K. L. Yushchenko]. *Nauka ta naukoznavstvo* – Science and science, no. 4, pp. 114-146 [In Ukrainian].

7. Yushchenko, Yu. O. (2021). Rozrobka arkhitektury komp'yutera «Kyyiv» za kontseptsiiyeyu adresnoho metodu prohramuvannya [Development of the Kyiv computer architecture based on the concept of addressable programming method]. *Problemy prohramuvannya* – Programming problems, no. 4, pp. 103-118 [In Ukrainian].

8. Yushchenko, Yu. O. (2021). Kateryna Lohvynivna Yushchenko – vynakhidnytsia Pointers [Kateryna Logvynivna Yushchenko is the inventor of Pointers]. *Svit* – World, no. 5–6 (10.02), pp. 2-3 [In Ukrainian].

9. Yushchenko, Yu. O. Pointers v prohramakh na «MEOM» [Pointers in programs at MESM]. URL: http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/TXT/YuriYushchenko_u.pdf [In Ukrainian].

10. Hlushkov, V. M. & Yushchenko, Ye. L. (1962). Vychislityel'naya mashyna «Kiyev»: Matyematcheskoye opisaniye [Computer machine «Kiev»: Mathematical description]. Kiyev [In Russian].

11. Morozov, Yu. M. (2012). Istoriya i myetodolohiya vychislityel'noy tyekhniki [History and methodology of computer science]. Sankt-Pyetyerburh [In Russian].

12. Yushchenko, Ye. L. (1963). Adryesnoye prohrammirovaniye [Address programming]. Kiyev [In Russian].

13. Yushchenko, Ye. L. (1964). Nyekotoryye voprosy teorii alhoritmichyeskikh yazykov i avtomatizatsii prohrammirovaniya Rukopis' doklada po sovokupnosti vypolnyennykh i opublikovannykh rabot: dissyertatsiya doktora fiz.-mat. nauk [Some issues in the theory of algorithmic languages and programming automation. Manuscript of the report on the set of completed and published works: Dissertation of Doctor of Physical and Mathematical Sciences]. Kiyev [In Russian].

Рецензенти:

І. О. Анненков, к. і. н.;

Г. В. Салата, д. і. н., проф.

Надійшла до редакції: 14.05.2024 р.