

Mieczysław Warmus

## Centrum Obliczeniowe PAN – nowa placówka Akademii

Nauka Polska 1963 nr 4  
s. 101-106

MIECZYŚLAW WARMUS

## CENTRUM OBLICZENIOWE PAN — NOWA PLACÓWKA AKADEMII \*

Nadzwyczaj szybki rozwój zastosowań maszyn matematycznych na całym świecie zrewolucjonizował metodę pracy w wielu dyscyplinach naukowych, spowodował powstanie nowych kierunków badań, otworzył nieznane przedtem możliwości stosowania nowych, coraz doskonalszych narzędzi do prac obliczeniowych.

Rozwój zastosowań maszyn matematycznych w Polsce był przez długi czas w sposób istotny zahamowany brakiem takich maszyn. Z jednej strony — przez dłuższy czas nie było możliwości importowania maszyn matematycznych, z drugiej — rozwój maszyn własnej, polskiej konstrukcji był za powolny w stosunku do potrzeb. Pierwszą uruchomioną w Polsce maszyną cyfrową była skonstruowana w ówczesnym Zakładzie Aparatów Matematycznych PAN maszyna XYZ, która zaczęła liczyć na jesieni 1958 r.; drugą — maszyna UMC skonstruowana i uruchomiona w 1959 r. przez Zakład Konstrukcji Telekomunikacji i Radiofonii Politechniki Warszawskiej, trzecią — maszyna Emal-2, skonstruowana i uruchomiona w 1960 r. przez ówczesny Zakład Matematyki Stosowanej Instytutu Badań Jądrowych PAN, przy współudziale Katedry Układów Elektroenergetycznych Politechniki Warszawskiej. Przy powyższych maszynach zostały utworzone stosunkowo niewielkie ośrodki obliczeniowe, którym należy przypisać zasługę pionierskiej pracy w zakresie stosowania maszyn matematycznych w Polsce. Chociaż maszyna XYZ miała kilkakrotnie większe możliwości obliczeniowe od dwu pozostałych, wszystkie jednak trzy należy zaliczyć do maszyn małych, tym bardziej że wszystkie były tylko modelami laboratoryjnymi. Wymienione trzy maszyny umożliwiły jednak z jednej strony dalszy postęp w konstrukcjach polskich, a z drugiej — wyszkolenie kadry kilkudziesięciu specjalistów zarówno inżynierów jak i matematyków, nie mówiąc już o paru set wykonanych pracach obliczeniowych, małych co prawda z obecnego punktu widzenia, dużych jednakże w porównaniu do poprzednich, wykonywanych na arytmetrach.

Z chwilą pojawienia się możliwości importu maszyn matematycznych z zagranicy, a w szczególności ze Związku Radzieckiego powstała myśl zorganizowania ośrodka obliczeniowego, którego głównym zadaniem byłoby zaspokajanie potrzeb obliczeniowych Polskiej Akademii Nauk i placówek podległych Pełnomocnikowi Rządu do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej. Prezydium PAN w dn. 28 III 1961 r. powzięło wstępną uchwałę w sprawie zorganizowania takiego ośrodka, na mocy której została w dn. 18 IV 1961 r. powołana Komisja Organizacyjna pod przewodnictwem prof. St. Turckiego. W dn. 6 VII 1961 r. Sekretariat Naukowy PAN powziął uchwałę o utworzeniu nowej placówki naukowej pod nazwą

\* Dyrektorem Centrum jest prof. Mieczysław Warmus. Adres Centrum: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (red.).

Centrum Obliczeniowe PAN, a w dn. 9. IX 1961 r. zostało podpisane wspólne Zarządzenie Sekretarza Naukowego PAN i Pełnomocnika Rządu do Spraw Wykozystania Energii Jądrowej, na mocy którego trzon powstającego Centrum został stworzony przez wydzielenie z Instytutu Badań Jądrowych w Warszawie istniejącego tam od kilku lat Zakładu Matematyki Stosowanej, wyposażonego w maszynę Emal-2, o której już była mowa, a kierowanego przez prof. M. Warmusa. Prócz Maszyny Emal-2 na mocy tegoż zarządzenia została przekazana do Centrum maszyna Urał-2 największa z pracujących obecnie w Polsce maszyn cyfrowych, zakupionych w ZSRR ze środków Pełnomocnika Rządu. Wzajemian placówki naukowe podległe Pełnomocnikowi Rządu uzyskały priorytet w pracach obliczeniowych wykonywanych przez Centrum.

Uchwałą z dn. 18 VII 1961 r. Sekretariat Naukowy PAN postanowił powołać na stanowisko dyrektora Centrum prof. Mieczysława Warmusa i powierzył mu kierownictwo wszystkich prac organizacyjnych.

\*

Centrum Obliczeniowe rozpoczęło swą działalność 1 IX 1961 r. W drugiej połowie września 1961 r. nadeszła ze Związku Radzieckiego maszyna Urał-2, którą uruchomiono w styczniu 1962 r. W kwietniu 1962 r. Centrum Obliczeniowe PAN rozpoczęło normalną działalność eksploatacyjną i usługową.

Dla działalności Centrum Obliczeniowego przyjęto następujące założenia ogólne:

Centrum jest placówką naukową, specjalizującą się w rozwiązywaniu trudnych problemów obliczeniowych wymagających wysoko wykwalifikowanej kadry. Nie jest natomiast zadaniem Centrum wykonywanie masowych, a typowych obliczeń. Centrum ma stać się wzorcowym ośrodkiem obliczeniowym, szkolącym specjalistów dla innych ośrodków, służącym radą i pomocą innym instytucjom w zakresie trudnych problemów obliczeniowych, prowadzącym centralny dział informacji i dokumentacji naukowej w zakresie eksploatacji maszyn matematycznych.

Do 1964 r. liczba pracowników Centrum ma osiągnąć 200 osób (w tym 140 w ramach budżetu, a 60 w gospodarstwie pomocniczym). Dalszego wzrostu etatów nie przewiduje się, ponieważ wzrastające stale zadania nowej placówki będą kompensowane przerzucaniem czynności prac przygotowawczo-programowych na zleceniobiorców. Utworzenie gospodarstwa pomocniczego jest uwarunkowane uzyskaniem odpowiedniego pomieszczenia i nie nastąpi wcześniej jak w 1964 r.

Centrum Obliczeniowe prowadzi działalność: naukową, usługową, szkoleniową, informacyjną i techniczną.

Osiągnięcie wysokiego poziomu, zarówno w zakresie usług obliczeniowych jak i szkolenia personelu matematycznego i technicznego maszyn cyfrowych, a następnie utrzymywanie tego poziomu jest niemożliwe bez prowadzenia planowej i systematycznej działalności naukowej.

Działalność naukowa, zarówno w części matematycznej, jak i technicznej, jest ściśle związana z zadaniami usługowymi Centrum i jego rozwojem. Wyniki tej działalności są w zasadzie przeznaczone przede wszystkim dla późniejszych zastosowań w pracach usługowych Centrum. Te spośród nich, które mają szerszą wartość naukową, są publikowane.

Ze względu na szczupłość polskiej kadry specjalistów w zakresie eksploatacji maszyn matematycznych, w ciągu najbliższych lat w pracy naukowej Centrum będzie przeważać tendencja opracowywania określonych typów zagadnień w przeciwstawieniu z tendencją rozwijania badań we wszystkich kierunkach. Umożliwi



to szybkie osiągnięcie poziomu światowej czołówki w pewnych wybranych dziedzinach. W miarę kształcenia kadr będzie następowało rozszerzenie zakresu badań.

W części matematycznej praca naukowo-badawcza obejmuje: a) programowanie dla maszyn matematycznych; b) metody numeryczne dla maszyn cyfrowych; c) metody probabilistyczne dla maszyn cyfrowych; d) zastosowanie maszyn matematycznych do zagadnień ekonomicznych.

W zakresie programowania brana jest przede wszystkim pod uwagę teoria i poszczególne systemy autokodów. Będą również prowadzone wstępne prace nad programowaniem w systemach uczących się i samoorganizujących się. W zakresie metod numerycznych prowadzone są prace z teorii aproksymacji, algebry liniowej, równań różniczkowych cząstkowych liniowych, tablic matematycznych, metod numerycznych fizyki reaktorowej, metod numerycznych astronomii. W zakresie metod probabilistycznych prowadzi się prace nad generowaniem ciągów liczb losowych i metodą Monte-Carlo. W zakresie zastosowań do zagadnień ekonomicznych wchodzi w rachubę przede wszystkim optymalizacja produkcji, inwestycji z uwzględnieniem postępu technicznego, handlu zagranicznego oraz międzynarodowego podziału pracy krajów Rady Wzajemnej Pomocy Gospodarczej. Badania te są ściśle powiązane z pracami usługowymi dla konkretnych instytucji.

W części technicznej praca naukowo-badawcza obejmuje: a) rozbudowę systemu cyfrowego Centrum Obliczeniowego PAN; b) teorię organizacji systemów cyfrowych.

Rozbudowa systemu cyfrowego Centrum obejmuje przede wszystkim maksymalne wykorzystanie posiadanych urządzeń zewnętrznych i kooperację różnych maszyn. W zakresie teorii organizacji systemów cyfrowych Centrum będzie prowadzić badania nad optymalizacją organizacji systemów cyfrowych dostępnych w warunkach krajowych.

Poza wymienionymi pracami matematycznymi i technicznymi prowadzi się będzie w Centrum również pewne badania z zakresu informacji naukowej. W swej działalności naukowej Centrum Obliczeniowe już współpracuje i będzie współpracować ściśle z innymi placówkami i instytucjami krajowymi i zagranicznymi.

Działalność usługowa Centrum Obliczeniowego obejmuje:

- a) opracowania numeryczne,
- b) programowanie na maszyny cyfrowe,
- c) uruchamianie programów na maszynach,
- d) obliczenia na maszynach elektronowych,
- e) obliczenia na arytmetrach,
- f) oddawanie maszyn elektronowych na określony czas do dyspozycji zlecających,
- g) opracowywanie wyników obliczeń,
- h) opracowywanie wniosków realizacyjnych.

Jednym z głównych założeń pracy usługowej Centrum jest nawiązanie współpracy z innymi ośrodkami obliczeniowymi krajowymi i zagranicznymi w celu wymiany doświadczeń, dokonywania wzajemnych usług, wymiany programów itp. Przede wszystkim planuje się współpracę z ośrodkami dysponującymi maszynami typu Urał-2 i z ośrodkiem obliczeniowym Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Dubnej w ZSRR.

Dalszym założeniem jest jak najdalej posunięta współpraca Centrum ze zlecającymi zarówno w zakresie matematycznego opracowywania problemów, programowania i uruchamiania programów, jak również opracowywania wyników i wyciągania z nich wniosków.

Działalność szkoleniową Centrum można podzielić na:

- a) kształcenie kadry własnej,
- b) szkolenie pracowników innych instytucji,
- c) szkolenie studentów wyższych uczelni.

We wszystkich tych przypadkach szkolenie jest prowadzone w dwu kierunkach zastosowań maszyn matematycznych: matematycznym i technicznym.

Kształcenie kadry własnej obejmuje: cykle wykładów, seminaria, wyjazdy zagraniczne oraz samokształcenie indywidualne w wybranych działach zastosowań maszyn cyfrowych.

Szkolenie pracowników innych instytucji odbywa się poprzez: kursy programowania, kursy obsługi technicznej maszyn cyfrowych, przyjmowanie matematyków, inżynierów i techników z innych instytucji na staże w Centrum oraz indywidualne konsultacje.

Przewiduje się rocznie po dwa kursy programowania i kursy obsługi technicznej maszyny cyfrowej, głównie dla pracowników nowo organizowanych krajowych ośrodków obliczeniowych i instytucji obsługiwanych przez Centrum. Staże i konsultacje będą ponadto obejmowały praktykantów zagranicznych z krajów demokracji ludowej.

Szkolenie studentów wyższych uczelni będzie się odbywać poprzez: krótkie cykle wykładów, ćwiczenia laboratoryjne na terenie Centrum oraz praktyki.

Działalność informacyjna Centrum Obliczeniowego obejmuje:

- a) działalność biblioteczną,
- b) dokumentowanie literatury matematycznej i technicznej,
- c) wymianę informacji i publikacji z analogicznymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi,
- d) wydawanie prac naukowych,
- e) dokumentację prac własnych Centrum, zarówno naukowych jak usługowych czy technicznych,
- f) działalność szkoleniową.

Zgodnie z uchwałą Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z dn. 11 XII 1961 r. decyzją Sekretariatu Naukowego PAN Dział Informacji Naukowej Centrum Obliczeniowego ma spełniać rolę centralnego ośrodka informacyjnego w zakresie eksploatacji maszyn matematycznych. Dział ten już współpracuje i będzie stale współpracować z analogicznym działem Instytutu Maszyn Matematycznych PAN, który ma spełniać rolę centralnego ośrodka informacyjnego z zakresu konstrukcji i budowy maszyn matematycznych.

Działalność techniczną prowadzi Centrum Obliczeniowe w dwu kierunkach:

- a) konserwacja i obsługa techniczna maszyn będących w posiadaniu Centrum;
- b) rozbudowa systemu cyfrowego Centrum.

Maszyny Urał-2 i Emal-2 wymagają co najmniej 8-godzinnego codziennego przeglądu technicznego połączonego z wielostronnym testowaniem maszyny i wymianą zużytych części. Maszyny te pracują w Centrum w sposób ciągły przez całą dobę, z wyłączeniem — jak na razie — dni świątecznych.

Rozbudowa systemu cyfrowego będzie polegała na: rozbudowie urządzeń zewnętrznych (czytniki, perforatory, drukarki i in.); scaleniu wszystkich maszyn elektronowych będących w posiadaniu Centrum w jeden system cyfrowy oraz instalacji i uruchomieniu maszyn nowych.

Jak widać, Centrum będzie powiększać swój potencjał obliczeniowy równoległe dwoma drogami: przez dążenie do maksymalnego wykorzystania maszyn już posiadanych i przez nabywanie maszyn nowych.



\*

Po omówieniu założeń dotyczących działalności Centrum przejdziemy teraz do opisanego stanu obecnego tej placówki.

W Centrum Obliczeniowym zorganizowano 3 zakłady: 1) Zakład Matematyki Stosowanej (z 3-ma pracownikami), 2) Zakład Obliczeniowy (z 7-ma pracownikami), 3) Zakład Techniki Cyfrowej (z 5-ma pracownikami), Dział Informacji Naukowej oraz pion Administracyjno-Gospodarczy.

W dniu 31 XII 1962 r. Centrum Obliczeniowe zatrudniało 119 osób, w tym 98 działalności podstawowej. Kadra działalności podstawowej składa się z 2 samodzielnych pracowników nauki, 24 pomocniczych pracowników nauki (w tym 4 w stopniu doktora), 65 pracowników inżynieryjno-technicznych oraz 7 pracowników działu informacji naukowej.

Pracownicy Centrum Obliczeniowego — to ludzie na ogół bardzo młodzi. Przeciętny wiek wynosi 26 lat. Do pracy zgłaszają się najczęściej absolwenci szkół wyższych bezpośrednio po uzyskaniu dyplomu.

W chwili obecnej pracują w Centrum trzy elektronowe maszyny cyfrowe:

Urał-2 o szybkości podstawowej 12 500 operacji na sek.; pamięci trojakiemu rodzaju: operacyjnej na rdzeniach ferrytowych o pojemności 2048 słów 40-bitowych lub 4096 słów 20-bitowych, zewnętrznej na 2 bębnach magnetycznych o pojemności 32 768 słów 20-bitowych i zewnętrznej na taśmie magnetycznej o pojemności ok. 250 000 słów 20-bitowych; maszyna jest wyposażona w czytnik taśmy filmowej perforowanej czytającej 150 słów 40-bitowych na sekundę, perforator taśmy filmowej dziurkującej ok. 2 słów 40-bitowych na sekundę oraz drukarkę drukującą 20 liczb 14-cyfrowych dziesiętnych lub ósemkowych na sekundę; ponadto do maszyny podłączono czytnik i perforator taśmy papierowej dalekopisowej 5-dziurkowej; w planach na lata następne jest zakup szybkiej drukarki arkuszowej;

Emal-2 o szybkości podstawowej 110 operacji na sek.; pamięci na bębnie magnetycznym o pojemności 1024 słów 34-bitowych; maszyna jest wyposażona w czytnik taśmy papierowej dalekopisowej 5-dziurkowej czytający ok. 50 rzędów na sekundę, perforator takiejże taśmy dziurkującej ok. 25 rzędów na sekundę oraz dalekopis piszący ok. 8 znaków na sekundę;

Odra-1002 o szybkości podstawowej 100—400 operacji na sek. w zależności od stopnia optymalizacji programów; pamięci na bębnie magnetycznym o pojemności 4096 słów 35-bitowych; maszyna jest wyposażona w czytnik taśmy papierowej dalekopisowej 5-dziurkowej, czytający ok. 150 rzędów na sekundę i perforator takiejże taśmy dziurkującej ok. 25 rzędów na sekundę.

Przewaga szybkości maszyny Urał-2 nad dwiema pozostałymi jest znacznie większa, niż wynikałoby to ze stosunku podanych szybkości podstawowych, ponieważ Urał-2 jest maszyną tzw. zmiennoprzecinkową, a dwie pozostałe są stałoprzecinkowe. Termin „maszyna stałoprzecinkowa“ oznacza, że maszyna liczy wyłącznie na liczbach z przedziału  $(-1, +1)$ . Obliczenia na liczbach spoza tego przedziału mogą być wprowadzone do maszyny za pośrednictwem specjalnych programów, które jednak spowalniają eksploatacyjną szybkość maszyny kilkadziesiąt razy. Programy takie są zbyteczne w przypadku, gdy maszyna jest tzw. „zmiennoprzecinkowa“, tzn. posiadająca możliwość wykonywania operacji arytmetycznych na liczbach z bardzo szerokiego przedziału, czyli tzw. operacji zmiennoprzecinkowych. Ponieważ w większości obliczeń jesteśmy zmuszeni korzystać z działań zmiennoprzecinkowych, to dla porównania szybkości eksploatacyjnej dwu maszyn, z których jedna jest stało- a druga zmiennoprzecinkowa, musimy stosunek ich szybkości podstawowych zmienić kilkadziesiąt razy na korzyść maszyny zmiennoprzecinkowej.

Szybkość maszyny Odra-1002 jest bardzo zależna od stopnia optymalizacji programów. Maszyna ta bowiem, w przeciwieństwie do dwu pozostałych, nie jest maszyną sekwencyjną, tzn. rozkazy wypisane w programie nie są wykonywane kolejno, jak to ma miejsce w maszynach Urał-2 i Emal-2, ale każdy z nich zawiera adres następnego rozkazu. Pozwala to rozmieszczać rozkazy na bębnie magne-

tycznym w sposób optymalny ze względu na czas pracy maszyn: maszyna nie musi czekać na taki obrót bębna, aby pod głowicę czytającą nadbiegł kolejny rozkaz, ponieważ rozkaz ten może być tak umieszczony, by był odczytywany bezpośrednio po zakończeniu wykonywania rozkazu poprzedniego.

\*

Do końca 1962 r. Centrum Obliczeniowe wykonało sto kilkadziesiąt prac obliczeniowych głównie z zakresu fizyki teoretycznej, m. in. fizyki jądrowej. W ostatnich miesiącach rozwinięto znacznie prace nad metodami matematycznymi mającymi zastosowania w makrozagadnieniach ekonomicznych, przede wszystkim z zakresu tzw. programowania liniowego. Już jednak po kilku miesiącach pracy stało się jasne, że potencjał maszynowy Centrum jest za mały w stosunku do potrzeb, a szybkość maszyny Urał-2, chociaż dość wysoka, bo ok. 40 milionów operacji na godzinę, za mała dla obliczeń takich, jak rozwiązywanie numeryczne równań różniczkowych cząstkowych, metody typu Monte Carlo lub przeciętnie wielkie problemy ekonomiczne z zakresu programowania liniowego.

Działalność naukowa była w Centrum planowana dopiero od 1 IX 1962 r. Niemniej już poprzednio uzyskano poważne wyniki naukowe, z których kilka opublikowano, a następne są w druku. Do tych wyników należy przede wszystkim zaliczyć oryginalny autokod pod nazwą Klipa dla maszyny Urał-2, program zestawiająco-adresujący dla tejże maszyny i kilka prac z metod numerycznych. Ponadto obliczono, przygotowano i oddano do druku cztery tomy tablic matematycznych po ok. 500 stronici każdy. Silny rozwój prac badawczych nastąpił również w zakresie metod matematycznych ekonomii.

Ze względu na ogromny brak specjalistów maszyn cyfrowych w Polsce w Centrum Obliczeniowym położono bardzo duży nacisk na działalność szkoleniową. Prowadzi się ją w różnych formach i kierunkach: kursach, wykładach, lektoratach, praktykach, stażach, odczytach, pokazach. Wyróżnić tu należy współpracę z Wojkową Akademią Techniczną, która zorganizowała własny ośrodek szkoleniowy, wyposażony również w maszynę Urał-2, głównie opierając się na wykładach, konsultacjach, praktykach i stażach w Centrum Obliczeniowym, które przekazało również do WAT opracowaną przez siebie bibliotekę standardowych podprogramów. Ponadto szkolono stażystów z innych instytucji, głównie z Instytutu Badań Jądrowych oraz Instytutu Organizacji i Mechanizacji Budownictwa. Umożliwiło to nawiązanie z tymi placówkami bardzo ścisłej współpracy naukowej. Działalność szkoleniowa obciążała jedynie bardzo nieliczną grupę specjalistów odpowiedzialnych równoległe i za wiele innych prac.

Po półtorarocznej pracy Centrum Obliczeniowego należy stwierdzić, że jego wyniki byłyby niemożliwe do osiągnięcia bez wysiłku i zapału ze strony młodej załogi. Od początku istnienia placówki panuje klimat poczucia dużej odpowiedzialności za wykonanie nałożonych zadań. Centrum Obliczeniowe jest obecnie dobrze rozpędzoną machiną, której prawidłowy bieg nie jest już uzależniony od małej grupki specjalistów, a opiera się na pracy zespołowej całej załogi.

Ambicją Centrum Obliczeniowego jest wykazanie wysokiej opłacalności stosowania maszyn elektronicznych w ogóle, a opłacalność samej placówki w szczególności. Wynikami swej pracy załoga Centrum pragnie wykazać, że potrafi celowo wykorzystywać również znacznie większe od Urała-2 maszyny cyfrowe i szybko amortyzować wysokie koszty inwestycyjne związane z zakupem takich maszyn z importu. Wydaje się, że wyniki dotychczasowej działalności dają podstawy do optymistycznej oceny rozwoju Centrum w przyszłości.

Warszawa, kwiecień 1963 r.