

5644

Marek Greniewski

**WSTĘP  
DO PROGRAMOWANIA  
i MODELOWANIA  
CYFROWEGO**

SZAWSKA  
chemicznego

lv

„... Maszyny cyfrowe stały się dla matematyków i inżynierów instrumentem obliczeniowym, działającym analogicznie do biur rachmistrów. Podobny pogląd reprezentuje w swojej książce poświęconej cybernetyce Pierre de Latil (*Wstęp do cybernetyki*), kwalifikując maszynę cyfrową jako urządzenie o trzecim stopniu automatyzacji. Jednak samochód na przykład został uznany przez de Latila za urządzenie o wyższym stopniu automatyzacji od maszyn cyfrowych, a to dlatego, że dla de Latila cyfrowa maszyna była tylko instrumentem obliczeniowym. Traktowanie jednak maszyny cyfrowej jako wyłącznie instrumentu obliczeniowego jest już przestarzałe. Można dziś zaryzykować twierdzenie, że maszyny cyfrowe są automatami zdolnymi do wykonania najbardziej złożonych czynności, jakie można sobie wyobrazić. Przy użyciu maszyn cyfrowych można modelować wszelkiego rodzaju procesy, systemy sterowania, różne urządzenia analizujące i zwierzęta syntetyczne. . . .“

„... Cybernetyka, nauka o sterowaniu i łączności w maszynach, organizmach żywych i społeczeństwach, w znacznej swej części zajmuje się budowaniem modeli różnorodnych zjawisk zachodzących bądź w organizmach żywych, bądź w społeczeństwach. Modele częściowe lub całościowe organizmów żywych pozwalają nieraz poznać

hipotetyczny mechanizm zjawiska. Ponadto badanie modeli pozwala niejednokrotnie zaplanować doświadczenie, które to z kolei pozwoli rozstrzygnąć, jak dane reakcje zrealizowała przyroda. . . .“

„... Pozostaje jeszcze do omówienia cel, w jakim budujemy modele układów dynamicznych. Cel ten może być trojaki:

1. Badania zachowania się stabilności układu w zależności od charakteru sterowania.

2. Badanie wpływu poszczególnych wyjść informacyjnych na działania sterowania i ewentualna eliminacja tych wyjść informacyjnych, których wpływ na działanie sterowania można uznać za mały.

3. Badanie wpływu centralnego układu sterowania na działanie różnych grup układów względnie odosobnionych naszego układu dynamicznego i ewentualne opracowanie lokalnego sterowania dla pewnych autonomicznych grup układów względnie odosobnionych.

O ile badania omówione w punkcie 1 są stosunkowo proste i w zasadzie dysponujemy odpowiednimi kryteriami dla tych badań, o tyle dla badań określonych w punktach 2 i 3 nie ma dotychczas jakichś ogólnych kryteriów i wymagają one za każdym razem indywidualnego podejścia. . . .“

**WSTĘP  
DO PROGRAMOWANIA  
I MODELOWANIA  
CYFROWEGO**

MAREK GREKIEWSKI

# WSTĘP DO PROGRAMOWANIA I MODELOWANIA CYFROWEGO

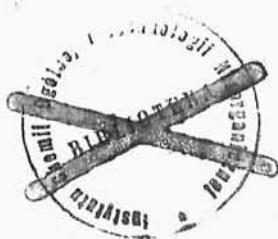
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
BIBLIOTEKA TECHNICZNA  
Nr inwent. 7743  
Nr księgi

W

WARSZAWA 1961

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

Obwolutę projektował  
*Henryk Białoskórski*



644

Copyright  
Państwowe Wydawnictwo Naukowe  
Warszawa 1961



5644

Printed in Poland

# ERRATA

Strona	Wiersz		Jest	Powinno być
	od góry	od dołu		
72		6	$x$	$\langle x \rangle$
120	Rys. 5-4		$- 12$	$= 12$
	kol. 1			
181	15		22-32	24-32
	kol. 2			
181	10		43	34

M. Greniewski, *Wstęp do programowania i modelowania cyfrowego.*

## SPIS RZECZY

Przedmowa . . . . .	7
---------------------	---

### Część pierwsza MASZINY CYFROWE

1. Programowane maszyny cyfrowe . . . . .	9
1.1. Wiadomości podstawowe . . . . .	9
1.2. Przedstawianie liczb . . . . .	17
1.3. Struktura rozkazów . . . . .	20
2. Zarys organizacji maszyny typowej . . . . .	24
2.1. Arytmetyka uzupełnieniowa . . . . .	24
2.2. Krótki opis maszyny typowej . . . . .	32
2.3. Kod rozkazowy . . . . .	38

### Część druga PROGRAMOWANIE

3. Zasady programowania i kodowania . . . . .	47
3.0. Uwagi wstępne . . . . .	47
3.1. Metoda adresów względnych . . . . .	50
3.2. Działania arytmetyczne na rozkazach . . . . .	56
3.3. Schematy blokowe . . . . .	57
3.4. Programy liniowe . . . . .	61
3.5. Programy z rozwidleniami . . . . .	61
3.6. Programy cykliczne i iteracyjne . . . . .	63
3.7. Sterowanie cyklami . . . . .	67
4. Metodyka programowania . . . . .	73
4.0. Uwagi wstępne . . . . .	73
4.1. Organizacja programu . . . . .	75
4.2. Programy obliczeniowe o stałym przecinku . . . . .	82
4.3. Programy obliczeniowe o zmiennym przecinku . . . . .	87
4.4. Metoda programowanego przecinka . . . . .	98
4.5. Organizacja biblioteki podprogramów . . . . .	102
5. Organizacja pracy na maszynie typowej . . . . .	104
5.1. Programy wprowadzające . . . . .	104
5.2. Programy wyprowadzające . . . . .	119
5.3. Uruchomienie maszyny . . . . .	125
5.4. Szukanie błędów w programach . . . . .	126

Część trzecia  
MODELOWANIE CYFROWE

6. Elementy modelowania cyfrowego . . . . .	127
6.0. Uwagi wstępne . . . . .	127
6.1. Technika interpretacyjna . . . . .	128
6.2. Technika kompilacyjna . . . . .	141
6.3. Generowanie liczb pseudolosowych i zmiennych pseudolosowych . . . . .	153
6.4. Modelowanie odmiennych organizacji maszyn cyfrowych . . . . .	156
6.5. Modelowanie układów dynamicznych . . . . .	156
6.6. Maszyny cyfrowe a cybernetyka . . . . .	160
6.7. Uwagi końcowe . . . . .	164
7. Kody zewnętrzne . . . . .	165
7.0. Uwagi wstępne . . . . .	165
7.1. Kody zewnętrzne typu interpreter . . . . .	167
7.2. Kody zewnętrzne typu compiler . . . . .	171
Bibliografia . . . . .	180
Skorowidz . . . . .	181
Załączniki:	
1. Program działań zmiennego przecinka . . . . .	183
2. Opis pulpitu sterowania maszyny typowej . . . . .	186
3. Lista rozkazów . . . . .	188
4. Arkusz programowy BM . . . . .	192

## PRZEDMOWA

Programowane maszyny cyfrowe spowodowały zasadniczy zwrot w zakresie stosowania matematyki przez naukę i technikę. Około piętnastu lat temu problemy obliczeniowe, wymagające wykonania około miliona operacji arytmetycznych, stanowiły granicę ludzkich możliwości, dziś — przy użyciu nowoczesnych programowanych maszyn cyfrowych — rozwiązywane są problemy wymagające miliarda operacji arytmetycznych. Ten olbrzymi rozwój techniki obliczeniowej dał w wyniku postęp wielu dziedzin nauki, techniki i administracji.

Maszyny cyfrowe stały się dla matematyków i inżynierów instrumentem obliczeniowym, działającym analogicznie do biur rachmistrów. Podobny pogląd reprezentuje w swej książce poświęconej cybernetyce Pierre de Latil<sup>(1)</sup>, kwalifikując maszynę cyfrową jako urządzenie o trzecim stopniu automatyzacji. Jednak samochód na przykład został uznany przez Latila za urządzenie o wyższym stopniu automatyzacji od maszyn cyfrowych, a to dlatego, że dla de Latila cyfrowa maszyna była tylko instrumentem obliczeniowym. Traktowanie jednak maszyny cyfrowej jako wyłącznie instrumentu obliczeniowego jest już przestarzałe. Można dziś zaryzykować twierdzenie, że maszyny cyfrowe są automatami zdolnymi do wykonania najbardziej złożonych czynności, jakie można sobie wyobrazić. Przy użyciu maszyn cyfrowych można modelować wszelkiego rodzaju procesy, systemy sterowania, różne urządzenia analizujące i zwierzęta syntetyczne. Historycznie pierwszym tego rodzaju zastosowaniem maszyn cyfrowych jest wykorzystanie przy automatycznych obliczeniach metod Monte Carlo. Przy użyciu tych metod, maszyna cyfrowa pracuje jako model stochastyczny procesu imitującego dane zjawisko. Drugim tego rodzaju zastosowaniem maszyn cyfrowych jest stosowanie tzw. programów interpretacyjnych bądź kompilacyjnych. Cały ten młody dział nauki został nazwany techniką modelowania cyfrowego i odgrywa coraz większą rolę.

Analizy projektowanych układów sterowania, do niedawna wykonywane na urządzeniach analogowych, coraz częściej dokonywane są na maszynach cyfrowych. Badania cybernetyczne nad zwierzętami syntetycznymi są dzisiaj już wykonywane (za pomocą programów modelujących) na maszynach cyfrowych, odpowiedni program przeorganizowuje maszynę cyfrową na zwierzę syntetyczne. Nie wszyscy zdają sobie sprawę z tego, że homeostat Ashby'ego daje się modelować na maszynie cyfrowej w bardzo prosty sposób.

<sup>(1)</sup> Pierre de Latil, *Sztuczne myślenie. Wstęp do Cybernetyki*, Warszawa 1958, PWT. (tłumaczenie z francuskiego).

Dlatego też programowanie (umiejętność układania algorytmów pracy maszyny cyfrowej) staje się częścią wykształcenia matematyka pracującego nad zastosowaniami matematyki i inżyniera rozwiązującego problemy techniczne.

W książce niniejszej autor postawił sobie za zadanie wprowadzenie przyszłego użytkownika maszyn cyfrowych, matematyka lub inżyniera, w problematykę programowania. Poza systematycznym wykładem elementów programowania, autor przedstawia zarys bardziej skomplikowanych zastosowań programowanych maszyn cyfrowych. Dla zrozumienia niniejszego wykładu wystarczy znajomość matematyki w zakresie wykładu politechnicznego oraz znajomość elementarnych wiadomości o maszynach cyfrowych. Czytelnik, który nie zetknął się dotychczas z maszynami cyfrowymi, powinien przed czytaniem niniejszej książki zapoznać się z którąś z popularnych książek poświęconych maszynom matematycznym, np. książką A. B. Empachera *Maszyny liczą same?*<sup>(1)</sup>.

Wykład oparty jest o przykładową maszynę cyfrową, która tylko w drobnych szczegółach różni się od maszyny EMAL-2, opracowanej przez doc. Romualda Marczyńskiego. Algorytmy w działach arytmetyki binarnej podaje w postaci opracowanej również przez doc. R. Marczyńskiego.

Maszyna cyfrowa EMAL-2 została zbudowana w okresie 1958—1960 przez zespół pracowników Pracowni Maszyn Cyfrowych Zakładu Matematyki Stosowanej Instytutu Badań Jądrowych PAN. W skład zespołu wchodził: doc. R. Marczyński (kierownik zespołu), mgr inż. K. Bałakier, mgr inż. L. Niemczycki i mgr inż. A. Harland. Autor również starał się być pomocny w tej pracy.

Przedstawione w niniejszej książce metody programowania były opracowywane w Zakładzie Matematyki Stosowanej Instytutu Badań Jądrowych PAN poczynając od kwietnia 1958 r. przez zespół kierowany przez autora. W skład zespołu wchodził: mgr Wanda Ciechomska-Sawicka, mgr Jerzy Davison, mgr Adam B. Empacher, mgr Zofia Jankowska, mgr Anna Nähr, dr Stefan Paszkowski, mgr Jadwiga Rogińska-Empachczerowa, oraz mgr Andrzej Wakulicz, aspirant Instytutu Matematycznego PAN.

Przedstawione dalej metody programowania są ilustrowane programami dla maszyny przykładowej; metody te cechuje ogólność, dzięki której, mutatis mutandis, mogą one być stosowane dla dowolnej maszyny cyfrowej.

Przykład ilustrujący technikę interpretacyjną został rozbudowany bardziej niż tego wymagały potrzeby obliczeniowe, a to dla pełniejszego pokazania budowy programu interpretacyjnego.

Na treść poniższego wykładu wywarli niewątpliwie wpływ prof. dr n. Mieczysław Warmus, doc. Romuald Marczyński oraz członkowie wymienionego wyżej zespołu matematycznego. Niech mi będzie wolno złożyć wszystkim wyżej wymienionym wyrazy wdzięczności.

AUTOR

Warszawa, wrzesień 1960 r.

<sup>(1)</sup> Warszawa 1959 r., Wydawnictwo Wiedza Powszechna.