wmptm 1897

które błędy drukarskie: „Przestrzeń X jest refleksywna wtedy i tylko wtedy gdy topologie słaba i $*$-słaba w X^* są *słabo* równe", „Wiele z *nielicznych* operatorów występujących w analizie jest superpozycją operatora liniowego i operatora Niemyckiego", „Dowód. Operatory K-wypukłe wykazują liczne podobieństwa do funkcjonałów wypukłych. Przytoczymy dwa rezultaty".

W książce spotyka się również błędy natury językowej; np. „Niech $y(t)$... *jest* funkcją różniczkowalną", „Gdyby pewien punkt $x_0 \in A$ był punktem wewnętrznym, wówczas *zawierałby* także $x_0 + K(0,\sigma)$ dla pewnej liczby $\sigma > 0$".

Kończąc, raz jeszcze wypada wyrazić żal, że Autorowi nie było dane zrealizować swojego zamysłu zarysowanego w skrypcie, o którym w przedmowie do książki mówi Z. Fortuna: danie inżynierowi do rąk w przystępnej formie zapasu narzędzi analizy funkcjonalnej wybranych dla potrzeb teorii optymalizacji. Wydaje się, że zbyt pochopnie podjęto decyzję o opracowaniu tego skryptu w wersji książkowej, w wyniku czego powstała pozycja, która moim zdaniem nie będzie w stanie pełnić przeznaczonej jej roli: nie usatysfakcjonuje ani czytelnika bardziej wrażliwego na stronę matematyczną wykładu, ani też czytelnika szukającego zastosowań analizy funkcjonalnej w konkretnych zagadnieniach optymalizacji.

Tadeusz Dobrowolski

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Władysław Majewski, Aleksander Albicki, *Algebraiczna teoria automatów*, Podręczniki akademickie Elektronika–Informatyka–Automatyka-Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1980, str. 192, cena zł 23.—, ISBN 83-204-0211-5

Książka jest podręcznikiem do wykładu o tym samym tytule, prowadzonego w Politechnice Warszawskiej dla studentów starszych lat wydziału elektroniki. Zawarte w niej elementy teorii automatów obejmują wprowadzenie i omówienie podstawowych własności takich pojęć, jak automat Mealy'ego i Moore'a w wersji deterministycznej i niedeterministycznej, półautomat i jego monoid, homomorfizm półautomatów, automat Rabina–Scotta (jako szczególny przypadek automatu Moore'a), zbiór regularny, wyrażenie regularne, homomorfizm automatów, relacja pokrycia automatów, sieci automatów. Autorzy podają, na ogół bez dowodów, niektóre najbardziej podstawowe twierdzenia teorii, jak na przykład twierdzenie Kleenego o regularności języka akceptowanego przez automat skończony, albo twierdzenia, podane w książce bez nazwy, ale pochodzące od Myhilla i Nerode'a podające warunki konieczne i dostateczne regularności za pomocą kongruencji lub kongruencji jednostronnych. Wśród metod teorii automatów i jej problemów rachunkowych, omówionych w książce, należy wymienić analizę i syntezę automatów (ograniczoną do automatów Rabina–Scotta), minimalizację automatów, dekompozycję automatów na sieci automatów oraz zagadnienie „realizacji" automatu, czyli przedstawienia go w postaci układu przełączającego. Ostatni paragraf rozdziału poświęconego podstawowym pojęciom teorii zawiera elementy teorii automatów w ujęciu kategoryjnym. Jest to fragment teorii w ujęciu Arbiba–Manesa, ograniczony do przypadku klasycznego, to znaczy do kategorii, w której obiektami są funkcje przejść $\sigma\colon X \times S \to S$, a morfizmami zwykłe homomorfizmy, zwane tu dynamorfi-

zmami. Zgodnie z pierwowzorem, Autorzy wprowadzają tu również takie pojęcie, jak osiągalność, sterowalność, identyfikacja automatu, chociaż z tych pojęć w dalszej części wykładu się nie korzysta. Poza tym jednym paragrafem, w dalszym ciągu książki już z pojęć teorii kategorii się nie korzysta, a jedyną reminiscencją kategoryjnego podejścia jest stosowanie diagramów strzałkowych, co skądinąd jest dość pożyteczne.

Dwa pierwsze rozdziały książki, zatytułowane *Elementy teorii mnogości* i *Elementy algebry abstrakcyjnej*, zawierają elementarne informacje o logice, podstawach teorii mnogości, relacjach, funkcjach, równoważnościach i ich związkach z podziałami, porządkach, grupoidach, homomorfizmach grupoidów, półgrupach i monoidach, grupach, pierścieniach, ciałach, kratach, algebrach Boole'a oraz o podstawowych pojęciach teorii kategorii. Dwa ostatnie rozdziały, *Sieci Petriego* i *Automaty rozmyte*, zawierają definicje i krótkie omówienia tych pojęć i stanowią uzupełnienie zasadniczego wykładu.

Wykład teorii automatów w ujęciu algebraicznym jest niezbędnym elementem edukacji każdego informatyka, niezależnie od tego, czy jego zainteresowania skłaniają się bardziej w stronę oprogramowania czy sprzętu. Wykład taki jest niezbędny także na innych kierunkach studiów, jak np. automatyka lub telekomunikacja. Korzysta się przy tym z podręczników zagranicznych, głównie w języku angielskim i rosyjskim. Nieliczne książki polskie, poruszające problemy teorii automatów, ograniczały się tylko do wybranych jej fragmentów, czyniąc to z różnym szczęściem i na bardzo różnym poziomie. Żadna z tych książek nie mogła służyć jako podręcznik wykładu teorii automatów. Zamiarem Autorów było zapełnić tę lukę i pomóc w ten sposób przynajmniej studentom elektroniki. Jeśli pominiemy dwa rozdziały wstępne, które zapewne przy innym programie studiów byłyby całkowicie zbędne, oraz nie wykorzystywaną dalej wstawkę o ujęciu kategoryjnym teorii automatów, to pozostała część książki obejmuje rzeczywiście najbardziej podstawowe wiadomości i problemy klasycznej teorii automatów, bez których żaden porządny jej wykład nie może się obejść. Ewentualna dyskusja może dotyczyć metody ujęcia materiału, a nie jego zakresu. W tym sensie program Autorów, stawiających sobie jako cel właśnie przedstawienie podstaw teorii w ujęciu elementarnym (nie wymagającym, jak mówi słowo wstępne, specjalnego przygotowania matematycznego), był całkowicie poprawny. Książka jest dość starannie zredagowana. Niestety, jest w niej mimo to sporo usterek, pomyłek, a nawet zwykłych błędów. Oto kilka przykładów.

Wprowadzenie funkcji f, przyporządkowującej ciągom symboli wejściowych symbole wyjściowe, przygotowujące wprowadzenie pojęcia automatu na str. 70–71, za pomocą zapisu $f\colon x^{k-4}x^{k-3}x^{k-2}x^{k-1}x^k \to y^k$ wymaga sformułowania istotnego założenia o początku ciągu, skoro ma to być $f\colon X^* \to Y$ i podciągowi do x^{k-1} ma jednoznacznie odpowiadać stan s^k. Nic nie wiadomo o wartości f dla słowa pustego. Te i dalsze niedokładności prowadzą do fałszywych twierdzeń 3.1 i 3.2; dla automatów Mealy'ego obraz słowa pustego jest zawsze pusty, natomiast w automatach Moore'a obraz żadnego słowa nie jest pusty. Nie można więc pisać o automatach Mealy'ego i Moore'a „realizujących takie samo odwzorowanie $f\colon X^* \to Y$". Inny błąd polega na tym, że skoro w definicjach automatów nie mówi się o stanie początkowym, a odwzorowanie realizowane przez automat nie jest w żaden sposób jednoznacznie i ściśle określone, wiara zaś w jego istnienie wynika z zaufania do Autorów, nie można tego pojęcia używać tak swobodnie w twierdzeniach. Oczywiście po prawidłowym zdefiniowaniu f realizowanego przez automat (najle-

piej za pomocą stanu początkowego, który w tym celu się wprowadzi) oraz ograniczeniu dziedziny f do zbioru słów niepustych oba twierdzenia i ich dowody odzyskają sens.

Zdanie na str. 106: „... (22)* oznacza n-krotne przejście ze stanu 2 do stanu 2, przy czym $n = 1, 2, \ldots$" jest błędne: to nie jest przejście, lecz zbiór przejść, w dodatku nieskończony. Nieco wcześniej napotykamy zdanie zawierające m. in. tekst „... a jest zdarzeniem polegającym na przejściu automatu ze stanu 2 do stanu 2 na wszystkie możliwe sposoby ... ", które jest oczywiście fałszywe. Wystarczy spojrzeć na graf na rys. 5/2, gdzie jest kilka pętli przechodzących przez stan 2: zdarzenie to musi więc być nieskończone, podczas gdy $a = 000 + 010 + 100 + 110$, czyli mamy tu zbiór czteroelementowy. Dalej, zbiory T_0, T_1, T są źle wyznaczone wskutek błędów w podstawianiu i jednej zamiany d na c. Wobec tego kończący te wywody optymistyczny sąd: „otrzymana interpretacja ... jest całkowicie zgodna z intuicją" należy uznać za przesadę.

Powołanie się przy okazji rozwiązywania równania $T_x = 0T_x + 1T_x + a_x$ na str. 104 na regułę 20 ze str. 101: $R = SR + T \Rightarrow R = S^*T$, jeżeli $\wedge \notin S$, jest formalnie niepoprawne, bo tablica, z której jest wzięta podana implikacja, dotyczy związków między wyrażeniami regularnymi, a T_x wyrażeniem regularnym nie jest. Faktycznie korzysta się tu z osobnego twierdzenia o rozwiązywaniu równań, które żadnych założeń o regularności nie wymaga. Razem z tym twierdzeniem warto było podać jego dowód — jest prosty, ale za to pouczający, bo takie rozumowanie jest typowe dla wszystkich wariantów zagadnienia punktu stałego w tej dziedzinie.

Automat $\langle X, S, Y, \Delta\rangle$, określony w definicji 3.7, gdzie $\Delta \subseteq (X \times S) \times (S \times Y)$, nie jest szczególnym przypadkiem automatu probabilistycznego, ani nie jest prawdą, że dla automatów niedeterministycznych przyjmuje się a priori jakieś założenia o prawdopodobieństwach przejść. Weźmy choćby odsyłacz ze str. 76, podający jako przykład automatu niedeterministycznego układ sekwencyjny z wyścigami krytycznymi: dlaczego miałoby się zakładać, że przejścia normalne i przejścia powodowane w tej samej sytuacji wyścigiem są jednakowo prawdopodobne?

W części wprowadzającej można np. wymienić błędną definicję izomorfizmu grafów, albo nieuzasadnione ograniczenie homomorfizmów grupoidów tylko do takich, w których funkcje są suriekcjami.

Przykładem błędu metodycznego jest dla mnie niepotrzebne skomplikowanie skądinąd prostego algorytmu analizy automatów przez wprowadzenie obliczania pochodnych. Wystarczyłoby wprowadzić indeksowane stanami automatu (a nie słowami!) zbiory $T_s = \{w \in X^* | \; s\delta_w \in F\}$ i skorzystać z ich oczywistych własności, wyrażanych właśnie w postaci niezbędnych równań. Sposób ten jest dobry dla wszystkich typów automatów, zdefiniowanych w książce, zarówno deterministycznych, jak niedeterministycznych. Tym bardziej więc wystarczy dla opisu metody w tej książce, gdy Autorzy ograniczają się w rozważaniach o analizie do deterministycznych automatów Rabina–Scotta. O tym, że tablica pochodnych jest zbędna, przekonują nawet przykłady: w każdym wierszu tablicy jest tylko jeden znak v, a liczba wyznaczonych tak zbiorów T jest dokładnie równa liczbie stanów (byłaby mniejsza, gdyby automat dawało się uprościć). Obliczanie pochodnych byłoby potrzebne, gdyby algorytm dotyczył opisywanych dalej „grafów przejść" że strzałkami, na których występuje symbol słowa pustego (który w książce w tym przypadku jest oznaczany literą γ). Wtedy rzeczywiście opłaciłoby się przedstawić algorytmy analizy i syntezy w przyjemnie jednolitej postaci,

wskazując jednocześnie wyraźnie, w jakich przypadkach algorytm istotnie się upraszcza. Wymagałoby to jednak przyjęcia innych założeń i zmiany układu materiału w tej części książki.

Terminologia teorii automatów, stosowana w książce, jest na ogół zgodna z literaturą, w której zresztą często te same pojęcia są oznaczane lub nazywane w rozmaity sposób. Może nie jest dobre nazywanie automatu deterministycznego z całkowicie określonymi funkcjami przejść i wyjść „automatem zupełnym" i rezerwowanie nazwy „automat" bez przymiotników dla tego, co się zwykle nazywa automatem częściowym. Natomiast bardziej zwracają uwagę niektóre odstępstwa od powszechnie stosowanej terminologii matematycznej; najbardziej natrętnym przykładem jest termin „relacja równoważnościowa", używany konsekwentnie zamiast słowa „równoważność". Zrezygnowanie z terminu „klasa abstrakcji" prowadzi do powstawania takich potworków, jak „ ... klasy równoważności relacji równoważnościowej ...".

Obok wyliczonych rodzajów błędów i niedostatków są także liczne pomyłki, które stosunkowo łatwo mogą być poprawione przez uważnego czytelnika. Typowym przykładem jest nazwanie klasy obiektów kategorii SET zbiorem (str. 37), podczas gdy z poprzedzających to miejsce wywodów wynika, że klasa ta zbiorem być nie może. Mówiąc o rodzinie zbiorów, która może być nieskończona, Autorzy piszą (str. 26–27): „Tworząc wszystkie ... klasy ... i oznaczając je przez H_1, H_2 ..., H_n otrzymujemy rodzinę $\{H_i\}$ ...", co mylnie sugeruje, że mocą tej rodziny jest liczba n. Na str. 71–75 stosuje się inny sposób oznaczania wartości funkcji niż w dalszym ciągu tekstu. Takie przykłady można mnożyć.

Jak widać, korzystający z tej książki muszą zachować pewną ostrożność i kontrolować poprawność zapisów, sformułowań i wnioskowań. Dotyczy to zwłaszcza tych miejsc, gdzie wchodzą w grę bardziej subtelne metody matematyczne lub jest szczególnie potrzebne przestrzeganie ścisłości sformułowań i wywodów. W razie wątpliwości należy zajrzeć do innego podręcznika.

Stanisław Waligórski

Jerzy Geresz, *Zarys podstawowych idei teorii Thoma*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980, str. 251, cena zł 48. —

Recenzowany skrypt stanowi wstęp do teorii osobliwości przekształceń różniczkowalnych. Omówimy krótko treść skryptu.

Pierwsze dwa rozdziały zawierają pojęcia stabilności przekształceń i rodzin przekształceń. Są one zupełnie elementarne; podstawowymi przykładami są funkcje: liniowa: $f(x) = kx$, kwadratowa: $f(x) = x^2$ oraz rodzina funkcji $f_t(x) = x^3 - tx$. Podany jest ciekawy przykład przekształcenia niestabilnego (składanie chustki na cztery części). Sprawdzanie stabilności jest przeprowadzone bardzo szczegółowo (chyba zanadto, co może sprawić u czytelnika wrażenie, że są to rzeczy bardziej skomplikowane niż w rzeczywistości). Jednocześnie jest dużo błędów. Autor myli własność ścisłej monotoniczności funkcji z niezerowaniem się jej pochodnej. Jest kilka błędów rachunkowych, łatwych zresztą do poprawienia. Oszacowania uzyskiwane są często niekonsekwentnie; np. Autor szacuje pewne funkcje przez $1/2n!$, chociaż — jak wynika z tekstu — wystarczy szacować je przez $1/2$, itp. Pomimo elementarności wykładu Autor posługuje się wielkimi diagramami przemiennymi (z nie zawsze określonymi morfizmami), trudnymi do prześledzenia.