

metody i techniki informatyki to usługowy aspekt tej dziedziny wobec innych nauk, i nie można ich utożsamiać z samymi naukami informatycznymi, które mają swoje określone przedmioty i metody badań, wcale nie o „wszechogarniającym” charakterze. Jako zbiór nauk — mają charakter kompleksowy, ale już poszczególne dyscypliny tego zbioru tkwią albo w kategorii nauk formalnych, inżynierskich lub humanistycznych (społecznych). Szczególny charakter ma informatyka gospodarcza, której dyscypliny jak informatyka: zarządzania, projektowania, regulacji i biblioteczna mają charakter nauk powiązanych z innymi. Występują zawsze w połączeniu z dyscyplinami naukowymi danego przedmiotu (procesu) badań, wobec których informatyka spełnia funkcje usługowe.

1.6.

Metody badawcze i projektowe stosowane w informatyce. Inżynieria systemów

W poszczególnych grupach i specjalnościach naukowych stosuje się specyficzne dla nich metody badawcze. W naukach informatycznych jako kompleksowych i powiązanych stosuje się metody badawcze typowe dla nauk formalnych, inżynierskich i humanistycznych. W informatyce teoretycznej występują metody aksjomatyczno-dedukcyjne, polegające na odwoływaniu się do faktów logicznych, stosujące dowody niezawodnych twierdzeń na podstawie aksjomatów oraz innych założeń. Pozostałe nauki informatyczne, mające charakter empiryczny, posługują się metodami hipotetyczno-dedukcyjnymi, polegającymi na odwoływaniu się do zachodzących w otoczeniu faktów, prognozowaniu faktów, a następnie ich weryfikowaniu przy stosowaniu hipotetycznych twierdzeń tylko częściowo weryfikowalnych. O ile metody badawcze informatyki teoretycznej prowadzą do niezawodnych twierdzeń, o tyle empiryczne nauki informatyczne mogą w wielu wypadkach prowadzić do zawodnych tez³⁸.

W informatyce technicznej typowe są metody: badań laboratoryjnych, badań na modelach oraz badań metodami symulacyjnymi (w szczególności w zakresie oprogramowania i architektury zestawów komputerowych).

W informatyce gospodarczej stosowana jest metoda projektowania systemów informatycznych. Posługując się modelami graficznymi i matematycznymi następuje sprecyzowanie i zweryfikowanie „na papierze” koncepcji przed jej realizacją, gdyż chodzi o zmniejszenie ryzyka niepowo-

³⁸ Por. tamże, s. 87.

dzeń i błędów. W metodzie projektowania dominuje tzw. podejście systemowe (*system approach*), zwane także analizą systemów.

W informatyce ogólnej występują różne metody badawcze, z tym że przeważają te o bardziej abstrakcyjnym charakterze, polegające na posługiwaniu się modelami logicznymi, odzwierciedlającymi rzeczywiste zjawiska informatyczne. Stosuje się także metody: statystyki matematycznej, analizy ekonomicznej, analizy organizacyjnej, analizy prawnej, badań operacyjnych i inne.

Obok zróżnicowania metod badawczych informatyki, wynikającego ze zróżnicowania dyscyplin informatyki, można wyodrębnić kilka wspólnych metod stosowanych przez większość dyscyplin i specjalności informatyki. Zaliczyć do nich można: analizę systemową, graficzną interpretację procedur, algorytmów, procesów, systemów za pomocą schematów blokowych, algebrę informacyjną. Ze względu na rolę sprzężenia zwrotnego w owych metodach są tendencje zaliczania informatyki do nauk cybernetycznych³⁹. Czy jednak podobieństwo metod badawczych może determinować przynależność dyscypliny do określonej grupy nauk. Cybernetyka wniosła zaledwie parę metod badawczych. Są to: powiązanie sterowania z cyrkulacją informacji, koncepcja sprzężenia zwrotnego, badanie stabilności układu. Najpierw teoria cybernetyczna została zastosowana przez N. Wienera w utrzymaniu stabilności układów elektrycznych dla potrzeb kierowania przeciwlotniczym ogniem artyleryjskim, a potem została uogólniona z punktu widzenia łączności zachodzącej w świecie zwierząt i maszyn⁴⁰. Niewątpliwym sukcesem cybernetyki jest uruchomienie intelektualnego zainteresowania systemami „miękkimi”, informacyjnie zorientowanymi. Przy równoczesnym rozwoju techniki obliczeniowej, metody cybernetyki znalazły pewien pozytywny oddźwięk. Równocześnie, niestety, nadużywanie metod cybernetycznych spowodowało wiele nieporozumień, np. w rozróżnianiu mózgu od komputerów, ilości od wartości informacji. I dziś po prawie 30 latach od chwili ukazania się książki N. Wienera cybernetyka nadal oznacza co innego dla różnych specjalistów. Cybernetyka jest między nauką, bardziej filozofią współczesnego myślenia niż samodzielną dyscypliną. Po 30 latach, pewne jej określenia są już nie do utrzymania. Choćby samo naukowe hasło jak sterowanie, okazuje się być bardziej hasłem wywoławczym niż precyzyjnym. Jest jedną z form kierowania, obok zarządzania, regulacji, procesów kierowniczych — stanowi wypadek sztabowego (funkcjonalnego) bloku przygotowywania parametrów kierowania. W ciągu już 30 lat istnienia cybernetyki nie moż-

³⁹ Por. W. Findeisen, R. Kulikowski, M. Nałęcz, J. Seidler, A. Straszak, S. Węgrzyn, *Rola nauk cybernetycznych w rozwoju kraju*, PAN, Warszawa 1972, maj.

⁴⁰ Por. N. Wiener, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, John Wiley and Sons, New York 1948.

na odnotować żadnego istotniejszego dorobku prócz wkładu N. Wienera (1948), J. von Neumanna (1948), C. Shannona (1948), R. Ashby'ego (1956), M. Mazura (1966). Pojawiają się natomiast próby formułowania cybernetyk szczegółowych typu: cybernetyka ekonomiczna, techniczna, biomedyczna, walki itp. Są także próby podporządkowania cybernetyce innych dyscyplin naukowych (jak np. automatyki, organizacji i zarządzania, informatyki, biomedycyny i innych)⁴¹. Proces ten odzwierciedla raczej walkę o władzę w nauce niż odkrywanie nowych naukowych faktów uzasadniających takie postępowanie. Bowiem „ekonomia” nie rozwija cybernetyki, a raczej odwrotnie, chociaż w wyniku tego rozwoju nie powstaje odmiana „cybernetycznej ekonomii” paralelna do ekonomii kapitalistycznej i socjalistycznej.

Jeżeli chodzi o szczególny przedmiot zainteresowania cybernetyki (nie kolidujący z innymi naukami) wymienić można: sztuczną inteligencję, roboty, rozpoznawanie obrazów. Są to zagadnienia, które będą najintensywniej rozwijane w nadchodzących dziesięcioleciach.

Informatyka, choć wykorzystuje metody cybernetyczne, nie jest działem cybernetyki; jest samodzielną grupą dyscyplin naukowych, posiadających swoje przedmioty badań. Tym, co spaja różne dyscypliny informatyczne jest wspólne dla nich ujęcie systemowe. Cybernetyka kładzie nacisk na zbadanie mechanizmu (logiki) działania układu. Informatyka poszukuje także logiki działania układu (obiektu), ale jednocześnie zwraca uwagę na informacyjny aspekt logiki sterowania układem (obiektem) preferując metodę syntezy. Wprawdzie narastanie potrzeby owej syntezy odbywa się w dość długim procesie rozwoju informatyki. Najpierw występowały cząstkowe systemy, by w miarę rozwoju końcówek, pamięci dyskowych, oprogramowania i przygotowania organizacyjnego i koncepcyjnego użytkowników — pojawiła się wyraźna tendencja uruchamiania kompleksowych (zintegrowanych) systemów dużej skali (zwanymi czasem „totalnymi, nadsystemami czy wielkimi”).

Okazuje się, że metoda oddolnego składania systemów cząstkowych w kompleksowe nie zdaje egzaminu. Składanka części nie prowadzi tu do całości. W projektowaniu złożonych systemów informatycznych okazuje się, że niezbędne jest podejście całościowe (charakterystyczne dla syntezy). Duże nadzieje można wiązać z szerszym, niż to miało miejsce do tej pory, wykorzystaniem Ogólnej Teorii Systemów (OTS).

Początki analizy systemowej można wiązać z filozofią G. Hegla (1770—1831), który przeciwstawiając się filozofii kartezjańskiej stwierdził:

- całość nie jest sumą części,
- całość wyznacza właściwości jej części,

⁴¹ Por. W. Findersen, R. Kulikowski, M. Nałęcz, J. Seidler, A. Straszak, S. Węgrzyn, op. cit.

— części nie mogą być pojęte, jeżeli są analizowane w izolacji od całości,

— części są dynamicznie wzajemnie powiązane ⁴².

Wprawdzie filozofia heglowska została w nauce zdyskredytowana, to jednak pewne jej elementy, jak właśnie przytoczone, mają swoją wymowę. Hipotezy G. Hegla były odpowiedzią na dominujące w tamtym okresie podejście mechanistyczne, którego reprezentantem był J. Newton. Stosowana wówczas metoda badań „od ogółu do szczegółu” zdawała egzamin, gdy chodziło o wyjaśnianie zjawisk fizycznych. Natomiast nie mogła sprostać wymaganiom badawczym, jeżeli chodziło o systemy biologiczne, zachowujące się i społeczne. Nie można było tą metodą zbadać: organizacji systemu, utrzymania systemu w działaniu, (regulacji) tego, co charakteryzuje systemy żyjące. Metody analityczne nie mogły przydać się do badania systemów, wymagających całościowego ich traktowania. Stąd pojawiło się pojęcie całości, to jest takiego systemu, którego podział na składniki i jest niemożliwy, i jest nieuzasadniony. Najtrafniej sformułował ten problem O. Lange, twierdząc, że jeśli z praw działania elementów nie można zdefiniować prawa systemu, to taki system zwie się całością ⁴³. Samosterujące się systemy (same poszukujące celu działania dla siebie) żyjące, otwarte — wymagały innych metod badawczych niż przyczynowo-skutkowych stosowanych w fizyce. Można na tym tle (w krytyce tych metod) odnotować pojawienie się prądu naukowego vitalistów, którzy w początkowym okresie rozwoju biologii, poszukiwali „nowej logiki” w badaniu organizmów żywych. Chociaż i ten kierunek nie wytrzymał próby czasu, to jednak w latach trzydziestych i czterdziestych naszego stulecia zapoczątkował prace nad Ogólną Teorią Systemów. W ich podejściu uwypuklono wzrost organizacji i złożoności systemu, w miarę przechodzenia od prostszych do bardziej złożonych, oraz możliwość pojawienia się nowych własności systemów w miarę ich rozwoju. Wśród prekursorów OTS należy wymienić W. Koehlera (1928) ⁴⁴, R. Redfielda (1942) ⁴⁵, F. A. Singera (1946) ⁴⁶, G. Sommerhoffa (1950) ⁴⁷, a przede wszystkim L. von Bertalanffy’ego (1950) ⁴⁸ uznanego za twórcę teorii. Do tego nurtu dołączyła cybernetyka z wymienionymi już jej prekursorami (J. von Neumann, E. Shannon, N. Wiener,

⁴² Por. D. C. Philips, *Systems Theory, A Discredited Philosophy*, „Abacus” 1969, September, s. 3—15.

⁴³ Por. O. Lange, *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, Warszawa 1962.

⁴⁴ Por. W. Koehler, *Closed and Open Systems* (rozdz. 8: *The Place of Values in the World of Fact*), New York Liveright 1938.

⁴⁵ Por. R. Redfield, *Levels of Integration in Biological and Social Systems*, Lancaster, Jacques Cateel Press.

⁴⁶ Por. E. A. Singer, *Mechanism, Vitalism, Naturalism*, „Philosophy of Science” 1946, nr 13, s. 9.

⁴⁷ Por. G. Sommerhoff, *Analytical Biology*, Oxford University Press, 1950.

⁴⁸ Por. L. von Bertalanffy, *Theory of Open Systems in Physics and Biology*, „Science” 1950, nr 3.

R. Ashby), która została właściwie obecnie wchłonięta przez OTS. Po prostu w tamtym okresie głos techników zatrudnionych przy maszynach wojennej był lepiej słyszalny od głosu intelektualizujących biologów i socjologów.

W celu właściwej oceny i tzw. nowoczesnego spojrzenia na analizę systemową należy wziąć pod uwagę ideę systemową nie jako modne zjawisko, ostatnią technikę, lecz w kontekście historii i idei.

W pewnym sensie definicja systemu jest tak stara jak filozofia europejska. Centralnym motywem filozoficzno-naukowego typu myślenia w erze przed Sokratesem (tj. VI w. p.n.e.) był fakt, że człowiek został wrzucony do wrogiego świata, rządzonego chaosem i siłami demonicznymi. Racjonalna filozofia pojawiła się z chwilą gdy Grecy na podstawie doświadczenia stwierdzili istnienie Kosmosu i jego niektórych prawidłowości.

Jednym z badaczy Kosmosu był Arystoteles, który jeszcze przed G. Heglem stwierdził, że „CAŁOŚĆ jest więcej niż suma części”. Do dziś definicja ta nie straciła na wartości, pomimo że cała teologia Arystotelesa została wyparta przez nowoczesną naukę, opisującą zdarzenia i procesy.

Nauczyliśmy się analizować złożone organizacje (całość, systemy) w ten sposób, że dzielimy je na mniejsze elementy, jak to tylko jest możliwe, a potem badamy ich zachowanie (II^a maksyma Kartezjusza). Metoda ta działała tak długo dopóty można było wykryć 2—3 elementy współdziałające. To było szczytowym sukcesem w fizyce i technice, ale już nie mogło być stosowane do bardziej złożonych układów, a w szczególności do żywych.

Przełamanie tej bariery osiągnięto dzięki dwóm ideom:

- a) porównania problemów porządku i organizacji do maszyn wykonanych przez człowieka,
- b) traktowania problemów porządku i organizacji jako produktów chaosu.

Opracowano teorię żywych organizmów na podstawie badań maszyn o działaniu zegarowym aż do maszyn cybernetycznych (żółwie itp.), co doprowadziło do wypracowania koncepcji ogólnej fizjologii organów, a także procesów zachodzących w komórkach.

Podobnie porządek organizacyjny zakłócany niezliczoną liczbą faktów był badany w „syntetycznej teorii ewolucji” włączając genetykę molekularną oraz biologię.

Tymi metodami nie dało się jednak wytłumaczyć problemów przetrwania i dopasowania (zróżnicowanej reprodukcji). Okazuje się, że samotrzymujący się system musi najpierw egzystować, zanim wejdzie do konkurencji z innymi żyjącymi systemami i to mając wysoce wybiórcze wartości, łącznie z możliwościami zróżnicowanej reprodukcji.

Na początku XX w. rozpoczęła się intensywna dyskusja wokół za-

gadnienia organizacji. Zwątpiono czy klasyczna nauka z jej metodą rozpatrywania izolowanych składników — mogłaby wytłumaczyć, dlaczego każdy żywy organizm dysponuje organizacją i że tylko poprzez „przypadkowe mutacje odbywa się ewolucja”. Nawet atom wydawał się „minutową” organizacją dla Whiteheada.

W 1920 r. L. von Bertalanffy napisał, że „podstawowym charakterem żywych organizmów jest ich organizacja, tak że najlepsza nawet obserwacja poszczególnych ich składników nie może przynieść odpowiedzi w sprawie koordynacji tych części i zachodzących procesów. Zatem głównym zadaniem biologii musi być odkrywanie praw biologicznych systemów na wszystkich szczeblach ich organizacji. Wierzę, że to powinno wnieść zasadnicze zmiany w obrazie świata. Ten pogląd, uważany za metodę badania, będziemy nazywali *organistyczną biologią* (podkr. — A. T.) lub *systemową teorią organizmu*” (podkr. — A. T.)⁴⁹.

Pogląd ten został uznany za nowe spojrzenie i bardzo szeroko zaakceptowany. Jeżeli słowo „organizm” zostanie zastąpione przez „zorganizowane całości”, takie jak: grupy społeczne, osobowości, urządzenia techniczne — wówczas pojawia się zarys programu Ogólnej Teorii Systemów.

Jakkolwiek słowo system znane było już w starożytności, to jednak obracało się w sferze filozofii, a nie nauki, dzięki niedostatkom metod, za pomocą których można by go było opisać.

Dopiero w 1930 r. L. von Bertalanffy sformułował słownie (a po II wojnie światowej pisemnie) Ogólną Teorię Systemów, która ma za zadanie formułowanie tych ogólnych zasad i prawidłowości, które można odnieść do systemu. Chodzi więc o zdefiniowanie takich pojęć, jak: całość, suma, zróżnicowanie, postępująca mechanizacja, centralizacja, hierarchiczny porządek, docelowość itp.

Równocześnie podczas II wojny światowej powstało parę dyscyplin naukowych, jak np.: automatyka, elektroniczna technika obliczeniowa oraz wienerowska cybernetyka. Wprawdzie są to dyscypliny, które wychodzą z pozycji technologii i sprzężenia zwrotnego (w przeciwieństwie do dynamicznego systemu), mają jednak wiele wspólnego z OTS.

Ogólna teoria systemów zajmuje się wszystkimi rodzajami systemów, to jest martwymi i żywymi. Do martwych zalicza statyczne struktury (*frameworks*), dynamiczne struktury (*clockworks*), cybernetyczne struktury (*termostaty*). Do żywych zalicza: samoutrzymujące się struktury (np. komórka, reprezentuje ten szczebel, który rozgranicza życie od martwej natury), żyjące organizmy z małymi możliwościami przetwarzania informacji (np. plankton), żyjące organizmy z rozwiniętymi możliwościami przetwarzania informacji (np. zwierzęta), organizmy charakteryzujące

⁴⁹ L. von Bertalanffy, op. cit.

się świadomością, refleksyjnością i zintegrowanym systemem zachowań (ludzie), organizacje i systemy społeczne, transcendentalne systemy będące poza obecnymi możliwościami analizy.

W przytoczonym podziale systemów została uwypuklona rola informacji, której możliwości przetwarzaniowe określają poziom danego systemu w hierarchii wszystkich systemów.

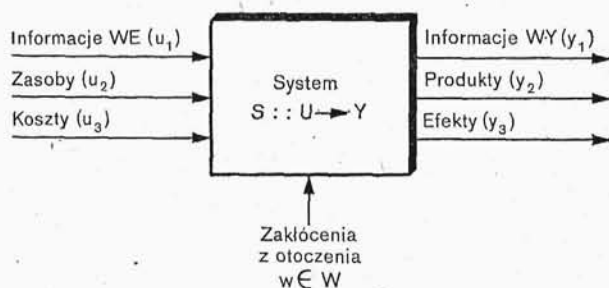
Koncepcja hierarchii zajmuje w OTS główne miejsce. Służy do budowy większych systemów z mniejszych i odwrotnie, jest wykorzystywana przy podziale większych na mniejsze. Innymi słowy bada złożoność systemu. Hierarchia w analizie systemów oznacza, że:

- system jest zawsze wykonany z innych systemów,
- z dwóch systemów jeden jest wyższego, a drugi niższego stopnia,
- występuje hierarchia wówczas, gdy systemy niższego stopnia tworzą system wyższego stopnia.

OTS traktuje system jako „zorganizowaną złożoność” (w mechanistycznej analizie system jest zorganizowaną prostotą lub niezorganizowaną złożonością), w której centralnym problemem jest entropia i informacja (w mechanistycznej analizie jest nim siła i energia) jako miara przeciwstawiana systemowi nieporządkowi, który w tym celu pobiera dodatkową energię z otoczenia i zwiększa przetwarzanie informacji. Istotne jest także traktowanie przez OTS organizacji i hierarchii w taki sposób, że własności organizacji całościowej nie wynikają z organizacji jej elementów.

Rysunek 1.7.

Schemat systemu



Przez system będziemy dalej rozumieć zespół celowo powiązanych elementów przetwarzających informacje wejściowe (u_1) i zasoby (u_2), po koszcie (u_3) na informacje wynikowe (y_1) i produkty (y_2), przy określonych efektach (y_3), pomimo zakłóceń otoczenia (w) (por. rys. 1.7). Oznacza to, że na przestrzeni wejść U jest określony pewien operator S opisujący własności transmisyjne systemu, który każdemu elementowi $u \in U$ przyporządkowuje element:

$$y = S(u) \in Y.$$

Zdarzenie to można zapisać $S : U \rightarrow Y$. Spośród różnych operatorów, które opisują występujące w praktyce systemy, należy wyróżnić klasę operatorów liniowych. Operator S nazywamy liniowym, jeżeli jest on addytywny i jednorodny, tzn. dla dowolnych elementów $u_1, u_2 \in U$ oraz liczb rzeczywistych α, β, γ zachodzi związek:

$$S(\alpha u_1 + \beta u_2 + \gamma u_3) = \alpha S(u_1) + \beta S(u_2) + \gamma S(u_3).$$

Systemy, których nie można opisać operatorami addytywnymi i jednorodnymi nazywane są nieliniowymi, a ich klasa jest znacznie szersza niż klasa systemów liniowych. Gdy chwilowe wartości sygnału wyjściowego zależą tylko od chwilowych wartości sygnału wejściowego (nie zaś od wartości sygnału wejściowego we wszystkich chwilach czasowych, które poprzedzają rozpatrywaną chwilę czasową), taki system nazywa się stacjonarnym i można go zapisać operatorem:

$$y(t) = f[u(t)],$$

przy czym f — dana funkcja nieliniowa.

O wiele bardziej złożone są systemy nieliniowe dynamiczne; niektóre z tego rodzaju systemów można opisać tzw. operatorem Hammersteina:

$$y(t) = \int_0^T K(t, \tau) f[u(\tau), \tau] d\tau.$$

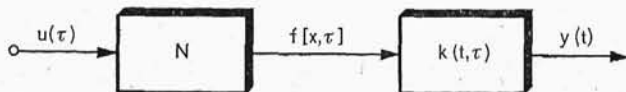
Tak zapisany system można uważać za szeregowe połączenie stacjonarnego systemu nieliniowego, opisanego operatorem

$$y(t) = f[u(t), t]$$

oraz systemu liniowego z odpowiedzią impulsową, jak to przedstawiono na rysunku 1.8.⁵⁰ Dowolną kombinację szeregowo-równoległą takich systemów nieliniowych z systemami liniowymi można zapisać operatorem Lichtensteina-Lapunowa.

Rysunek 1.8.

System nieliniowy opisany przez operator Hammersteina



W celu zapewnienia funkcjonowania systemu S zgodnie z jego założeniami stosuje się układ regulacji systemu. Zadaniem tego układu jest likwidowanie tzw. uchybu, tj. różnicy między wielkością zadaną (normą) stanu wyjścia systemu $n_1 \in N$ a faktycznym stanem wyjścia $y_1 \in Y$.

⁵⁰ Por. R. Kulikowski, *Sterowanie w wielkich systemach*, Warszawa 1970. Rysunek pochodzi z pracy R. Kulikowskiego.

$$U = N - Y.$$

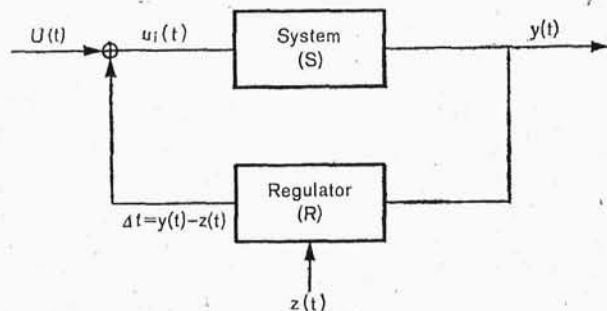
Systemy z układem regulacji zwane są systemami ze sprzężeniem zwrotnym (por. rys. 1.9.), w których wejścia są regulowane w taki sposób, że:

$$u_1(t) = u(t) - \Delta u(t).$$

Odpowiednie ustawienie regulatora R polega na tym, aby uchyb $\Delta(t)$ powodował wyrównanie wszelkiego odchylenia stanu wyjścia $y \in Y$ od zadanej wartości $n \in N$ i spowodował stan wyjścia układu regulowanego od zadanej normy, czyli od $y(t) = n(t)$.

Rysunek 1.9.

System ze sprzężeniem zwrotnym



Ponieważ w regulatorze liniowym również zachodzi transmitacja $U = RY$, zatem stan wyjścia systemu regulowanego wynosi:

$$Y = S(U + \Delta U) = SU + SRY,$$

skąd otrzymujemy:

$$Y = \frac{S}{1 - SR} U.$$

Z wzoru tego wynika związek między wyjściem Y a wejściem U po uwzględnieniu poprawki, jaką wnosi regulator R . Jest to podstawowy wzór teorii regulacji. Wyrażenie $\frac{S}{1 - SR}$ stanowi nazwę przepustowości układu regulacji. Gdy nie ma regulatora ($R = 0$), wówczas mamy system bez sprzężenia zwrotnego. Jeśli wzór ten przekształcimy następująco:

$$Y = \frac{1}{1 - SR} SU,$$

wówczas czynnik $k = \frac{1}{1 - SR}$ określa działanie regulatora systemu, a operator S działanie samego systemu. Czynnik k nazywany jest mnożnikiem operatorem sprzężenia zwrotnego. Jeśli $k < s$, to wówczas występuje sprzę-

żenie zwrotne ujemne ($Y < u$), jeśli natomiast $k > 1$, to wówczas występuje sprzężenie zwrotne dodatnie ($Y > U$).

W analizie i projektowaniu systemów niezwykle istotne jest badanie normy systemu. Jeżeli $N = \text{const}$, wówczas mówimy o regulacji stabilizacyjnej (prostej), gdy $N \neq \text{const}$, wówczas mówimy o regulacji sterowanej. Przejrzystą systematykę regulacji sterowanej podał O. Lange⁵¹. Gdy $N = f(t)$, to wówczas występuje sterowanie programowe, gdy norma jest funkcją innej wielkości (w), wówczas $N = f(w)$ i mamy do czynienia ze sterowaniem śledzącym, gdy normę systemu układ regulacji musi sam określić na podstawie stanów wyjścia Y osiągniętych w przeszłości, wówczas $N(t) = f(y(t - O_1), y(t - O_2), \dots)$, i takie sterowanie nazywa się adaptacyjnym. O ile normę stanowi wartość maksimum lub minimum pewnej funkcji $N = \max f(U, S, R, \text{parametry dodatkowe})$ lub $N = \min f(U, S, R, \text{parametry dodatkowe})$, wtedy ten rodzaj sterowania określa się sterowaniem ekstremalnym lub optymalnym. Jeżeli norma układu regulacji jest funkcją większej liczby parametrów, następuje wtedy wielokryterio-we kryterium sterowania, czyli mówimy o sterowaniu kompleksowym. W takim sterowaniu mogą wystąpić wszystkie wymienione uprzednio rodzaje sterowania.

Przytoczona systematyka rodzajów sterowania ma dla analizy i projektowania gospodarczych systemów informatycznych podstawowe znaczenie. Po pierwsze, analizując czy projektując GSI należy określić jego funkcje regulacyjne wobec nadrzędnego systemu działania, któremu służy; po drugie, sam GSI wymaga dla samego siebie układu regulacji (GSI — regulowany, GSI — sterowany, GSI — samosterowany, GSI — samodzielny) zapewniającego jego funkcjonowanie i rozwój.

Cybernetyka wnosi do OTS, w tym do teorii regulacji, zagadnienie informacji, które pozwala różnicować systemy na otwarte i zamknięte (odosobnione), takie więc, które mają związki informacyjne z otoczeniem (otwarte) i takie, które takich związków nie mają (zamknięte). Ewolucja systemów (od martwych do żywych) polega na przechodzeniu od systemów zamkniętych do otwartych, o zdolnościach trwania, rozwijania się i przystosowywania się do zmian. Miarą rozróżnienia systemu otwartego od zamkniętego jest entropia. W systemach zamkniętych entropia jest wielka (systemy nie sterowane nie uczą się, podobnie systemy sztuczne nie sterowane — dziczeją i wracają do natury). Natomiast w systemach otwartych entropia ma tendencję malejącą, czyli system ma skłonność do organizowania się.

Systemy zamknięte nie mają oczywiście sprzężenia zwrotnego, a systemy otwarte mogą być ze sprzężeniem zwrotnym lub bez niego.

⁵¹ Por. O. Lange, *Wstęp do cybernetyki ekonomicznej*, Warszawa 1965.

Po wyjaśnieniu elementarnych zjawisk zachodzących w systemie, można sformułować następujące zagadnienia charakteryzujące system:

- 1) cele i funkcje systemu,
- 2) elementy systemu (podsystemy),
- 3) struktura systemu, czyli sposób powiązań między elementami systemu; struktura może być prosta lub złożona, np. typu hierarchicznego (elementy, podsystemy), systemy niższego stopnia, wyższego stopnia, kompleksowe (*total system*), całościowe (*whole system*),
- 4) procesy transmitacji wejścia na wyjście (w tym transmitacje między elementami struktury),
- 5) wejścia informacyjne (dane), wejścia zasileniowe, koszty wejść,
- 6) wyjścia informacyjne (wyniki), wyjścia zasileniowe (produkty), efekty,
- 7) otoczenie systemu, jego interakcje z otoczeniem,
- 8) własności systemu, ilościowe i jakościowe, jak np.: samodzielność (poszukiwanie proporcji między centralizacją a decentralizacją kierowania systemem), elastyczność (adaptacja bierna i czynna), stabilność i niezawodność (zapewnienie pewności działania), zhierarchizowanie,
- 9) stany i obiegi systemu: stany systemu określają jego własności w określonych punktach czasowych; obiegi w systemie wynikają z przejścia z jednego stanu w drugi, czyli określają zmiany wartości własności systemu; zachowanie się systemu może być określone przez zmiany stanów systemu w określonym czasie,
- 10) system kierujący (układ regulacyjny) systemem, zapewniający funkcjonowanie i rozwój systemu, zgodny z założeniami ($y = n \in Y$, gdzie $n \in N$).

Ponieważ istnieje olbrzymia liczba różnych systemów (por. przytoczoną na wstępie klasyfikację systemu), dlatego ich analiza i synteza musi uwzględniać indywidualne rozwiązania. Przytoczona charakterystyka systemu podaje jedynie pewne wspólne podejście do systemu.

W OTS można wyodrębnić następujące trzy kierunki badawcze:

- 1) matematyczną teorię systemów (*system science*), zajmującą się badaniem izomorfizmów między różnymi, nieraz bardzo skrajnymi systemami, w celu wypracowania uogólnień naukowych oraz własności systemów,
- 2) technologię systemów, którą rozpatruje się z punktu widzenia teorii sterowania, automatyzacji i informatyki (tu dochodzimy do genezy nauk informatycznych),
- 3) filozofię systemów, która prezentuje przeciwstawne spojrzenie w porównaniu z analizą systemów; jest to spojrzenie syntetyzujące, synergetyczne — na systemy na różnych szczeblach świata, które stanowi ontologię systemów. Chodzi tu o systemy rzeczywiste, systemy konceptualne

(logika, matematyka itp.), systemy abstrakcyjne i stosunek człowieka do nich (teoria wartości).

OTS umożliwia wyłonienie tych zjawisk, które dotychczasowymi metodami mogłyby zostać pominięte i bada zjawiska w sposób organiczny (kompleksowy i spójny wewnętrznie).

Zastosowania praktyczne OTS określane są jako podejście systemowe (*system approach*).

Podejście systemowe jest metodologią analizy i syntezy systemów i procesów rozwiązywania problemów. Na podejście systemowe składają się metody: doskonalenia systemów, analizy systemów i projektowania systemów.

Podejście systemowe coraz częściej nazywane jest inżynierią systemów. Jest faktem, że inżynieria systemów ma wątki podstawy teoretyczne, i że występuje w niej tendencja do rozdrabniania definicji i ujęć metodologii. Panuje nawet opinia, że jest raczej sztuką niż umiejętnością, którą można wykształcić. Dlaczego? Inżynieria systemów ma bardzo duże zastosowanie praktyczne, i, co się z tym wiąże, musi rozpatrywać trzy następujące problemy: wybór miary efektywności systemu, postępowanie w wypadku niepewności oraz postępowanie z wielkościami i zależnościami, które nie mogą być skwantyfikowane.

Odnosnie do wyboru miary efektywności systemu panuje obsesyjna tendencja do obliczania najważniejszych kosztów funkcjonowania systemu, „decydujący zna cenę prawie wszystkiego i wartość niczego”. Rachunek efektywnościowy zaczerpnięty z badania efektywności inwestycji produkcyjnych — nie sprawdza się tutaj ze względu na za wąski obszar rozpatrywanych wyników. Właśnie wybór miary efektywności systemu jest sztuką, sprawą doświadczenia w procesie prób i błędów oraz prawidłowego osądu.

Inżynieria systemów zajmuje się głównie złożonymi problemami, które rozpatruje się w warunkach niepewności.

Nie jest możliwe opracowanie stuprocentowej prognozy, że badane zjawisko będzie miało określony przebieg, i co się z tym wiąże, będzie możliwe opracowanie „najlepszego” systemu. Raczej spotykamy się z koniecznością prognozowania wariantowego oraz określenia preferowanych przedsięwzięć. W takich sytuacjach często „kupuje się czas”, opóźniając decyzje do momentu, kiedy będą dostępne dodatkowe informacje, lub można zakupić dodatkowe informacje. Właśnie możliwość owa zmienia rachunek efektywności systemu. Tym właśnie zajmuje się omówiona już metoda badania cenności informacji.

W sytuacjach, gdy wielkości i zależności nie mogą być skwantyfikowane bądź są skwantyfikowane w niewłaściwy sposób, to wówczas inżynieria systemów oferuje dwie metody postępowania: grę kierowniczą oraz

scenariusz sytuacji. Chociaż „scenariusz” można uznać za prymitywny model, to jednak jest bardziej przydatny w ocenie procesów rozwoju systemów niż jałowe przeliczanie struktur systemu przy stosowaniu metod ilościowych. Scenariusz ukazuje jak trendy rozwojowe mogą zależeć od czynników będących pod naszą kontrolą. Gdy uda się jeszcze ustalić siłę oddziaływania tych czynników na badane zjawisko, wówczas staje się możliwe i kontrolowanie przebiegu owego zjawiska.

Po tej wstępnej charakterystyce warunków, w których stosuje się inżynierię systemów, można podać jej uogólnioną charakterystykę. Inżynieria systemów zajmuje się:

1. Systematycznym badaniem i porównywaniem różnych rozwiązań, które należałoby podjąć, by osiągnąć wyspecyfikowane cele w określonych przedziałach czasu. W wyniku takiego badania może się okazać, że pewne warianty nie zostały zbadane, że brakuje ich analizy i że trzeba je dołączyć. Może się również okazać konieczne zmodyfikowanie założonych celów.

2. Krytyczną analizą różnych rozwiązań pod względem kosztu i użyteczności (korzyści i zysków) w porównaniu z postulowanymi celami.

3. Rozpatrywaniem sytuacji w długim okresie (2, 5, 10 i więcej lat). Ponadto nasuwają się następujące warunki inżynierii systemów:

- a. Ze względu na rozpatrywanie zjawisk w długim horyzoncie czasu unika się stosowania prostych modeli oczekiwanych wartości.

- b. Zwykle kontekst, w jakim stosuje się inżynierię systemów jest tak szeroki, a otoczenie jest tak złożone (liczne interakcje między głównymi zmiennymi problemu), że proste, natychmiast narzucające się rozwiązania, są raczej wyjątkiem niż zasadą.

- c. Metody ilościowe winny być stosowane szeroko, ale ze względu na towarzyszące temu trudności i ograniczoną ilość danych przeliczenia winny być uzupełnione dogłębną analizą jakościową.

- d. Zastosowania mają miejsce przede wszystkim w problemach badawczych, rozwojowych, inwestycyjnych, informacyjno-decyzyjnych itp.

W rezultacie można dojść do konkluzji, że analityk (inżynier) systemu nie przygotowuje (nie oblicza) optymalnego rozwiązania, a znajduje odpowiedź na pytanie typu: „Co próbujemy zrobić?”, „Jakie są alternatywne drogi osiągnięcia tego?”, „Ile to musi kosztować i czy to się opłaca?”, „Co powinien wiedzieć decydujący by wybrać rozwiązanie?”.

Doskonalenie systemu to proces weryfikowania mechanizmów funkcjonowania systemu, z punktu widzenia spełniania założonych celów, wyników, kosztów i sposobów funkcjonowania. Doskonalenie systemu pod względem metodologicznym wymaga spełnienia następujących warunków:

- a) zidentyfikowania problemu systemu i jego elementów,

b) określenia przez obserwację aktualnego stanu i zachowania się systemu,

c) porównania aktualnych i oczekiwanych wyników systemu,

d) zbadania przyczyn odchyżeń,

e) sformułowania wniosków.

Doskonalenie systemu polega na wyławianiu wad w jego strukturze. Nie zajmuje się natomiast celami i funkcjami systemu, które są przedmiotem analizy i projektowania systemu.

Istnieje znaczna już liczba ujęć analizy systemów, włącznie z włączaniem jej do fazy projektowania systemu; rozpatrywana jako faza działania nad systemem, winna nawet poprzedzać fazę doskonalenia systemu. Z historycznego punktu widzenia jej zastosowanie jest rozważane w fazie projektowania. W pracy tej będziemy traktowali analizę systemów jako fazę poprzedzającą fazę projektowania systemu.

Do *analizy systemowej* można zaliczyć następujące czynności:

1. Zdefiniowanie problemu, czyli określenie: a) odbiorców (użytkowników), których potrzeby system będzie zaspokajał, b) uczestników projektu oraz ich specyficznych zainteresowań w rozwiązaniach projektu, c) metod, które mogą być (lub będą) zastosowane w projektowaniu, d) ograniczeń i spraw, których system nie rozwiąże, by „rozwiązać” nadzieje tych, co uważają, że system rozwiąże wszystko.

2. Określenie rozmiaru potrzeb i zakresu ich pokrycia przez analizowany system.

3. Wypracowanie filozofii systemu, czyli sformułowanie formuły „wspólnego rozumienia” między zleceniodawcami a użytkownikami systemu (na podstawie ich oczekiwań) odnośnie wartości, jakie system będzie spełniał.

4. Ustalenie celów i zadań systemu; na podstawie szacunku potrzeb, ustalenie „pragnień” odbiorców.

Ustalenie celów winno być dokonane przy analizie subinstytucyjnych rozwiązań i ich efektów (np. jakość a ilość) z możliwością ustalenia priorytetów.

5. Ustalenie odpowiednich wariantów: systemów, programów postępowania, procesów informacyjnych, decyzyjnych, produkcyjnych, usługowych, metodologii projektowania systemów itp. oraz dla każdego wariantu: określenie oczekiwanych wyników (z oszacowaniem prawdopodobieństw ich występowania). Konieczny jest udział użytkowników w formułowaniu możliwych wariantów.

6. Ocena proponowanych wariantów postępowania oraz osiągniętych wyników projektowania systemów. Jak z tego wynika ocena ma miejsce przed i po fazie projektowania systemowego. Na proces tworzenia ocen składają się następujące etapy:

— określenie sposobu mierzenia cech rozwiązań priorytetowych oraz kryteriów ich oceny,

— zdefiniowanie modelu decyzyjnego, według którego zostaną porównane warianty projektowe; o ile to możliwe w kategoriach ilościowych (np. metodami programowania matematycznego, metodami kosztowo- i zyskowo-efektywnościowymi, okresem zwrotu nakładów, wejściowo-wyjściowymi),

— ocenianie wariantów postępowania projektowego (tj. przed fazą projektowania),

— ocenianie wyników projektowania systemowego (tj. po fazie projektowania).

Do projektowania systemowego można zaliczyć następujące ważniejsze czynności:

1. Wybór wariantu projektowania systemu, który polega m.in. na kompleksowym uwzględnianiu zagadnień technicznych, ekonomicznych, społecznych, politycznych.

2. Projektowanie całościowe systemu, tj. struktury elementów systemów (sieć powiązań między głównymi elementami wraz z ich zadaniami transformacyjnymi), rozwiązań centralistycznych i decentralistycznych oraz systemu kierowania danym projektowanym systemem.

3. Projektowanie szczegółowe elementów systemu — wynikające z rozwiązań założonych, połączone z próbami optymalizacji i suboptymalizacji rozwiązania całościowego (iteracyjne weryfikowanie założeń).

4. Opracowanie działającego modelu systemu i jego zademonstrowanie kadrze przyszłych użytkowników.

5. Sprawdzenie modelu w próbnym warunkach.

6. Uruchomienie systemu na ilościowo ograniczonym odcinku, badanie eksploatacyjne i usuwanie usterek.

7. Przekazanie systemu do regularnej eksploatacji na sprawdzonym odcinku.

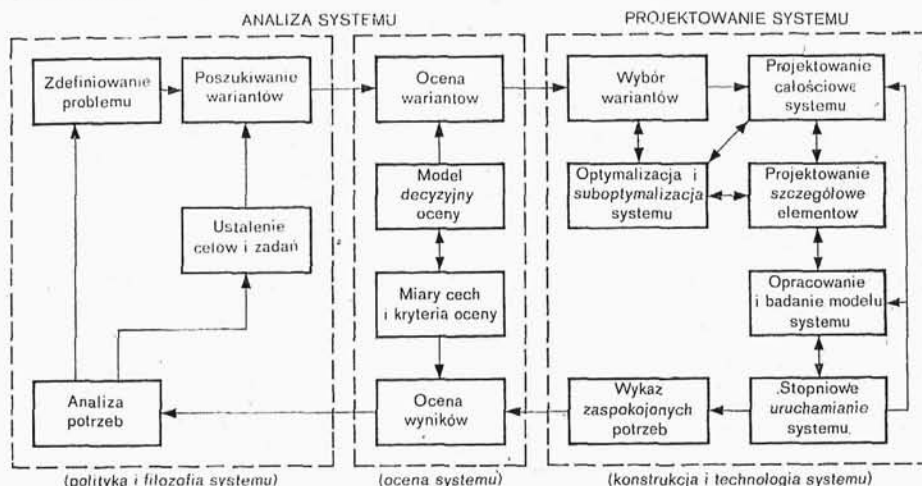
8. Rozwinięcie systemu do pełnego zakresu.

Uogólniony, ideowy model głównych związków między podstawowymi etapami w analizie i projektowaniu systemowym podano na rysunku 1.10.

Warto zwrócić uwagę, że w projektowaniu systemowym zanika faza implementacji systemu. Jest ona włączona do fazy projektowania. Okazuje się, że projektowanie złożonych systemów (a takimi głównie zajmuje się inżynieria systemów) wymaga stałej weryfikacji rozwiązań w praktyce, a nawet po wdrożeniu systemu do praktyki, występuje jego stała projektowa konserwacja. W budownictwie, raz oddany do użytku budynek, jest dalej tylko remontowany, natomiast np. w dużych systemach informatycznych, łączności, urbanistycznych, badawczych — system, mimo że oddany jest

Rysunek 1.10.

Model związków między podstawowymi etapami w analizie i projektowaniu systemowym



do użytku, nadal jest przedmiotem projektowania. Wiele błędów popełniono, szczególnie w projektowaniu złożonych systemów informatycznych, kiedy po ich wstępnym zaprojektowaniu i próbnym uruchomieniu zwolniono projektantów, lub na ich miejsce przyjęto nowych („następców”). Brak nadzoru i kontynuacji myśli projektowej spowodował w tych projektach wiele niepowodzeń.

Bardziej zwarte podejście systemowe proponuje polski pionier projektowania systemowego B. Pełka. Przekształcanie obiektów przemysłowych w nowoczesne skomputeryzowane systemy produkcyjne proponuje dokonywać w pięciu (kolejno po sobie następujących i wzajemnie ze sobą sprzężonych) etapach:

- 1) określenie systemu (wejścia, wyjścia, wyposażenie, środowisko, załoga, procesy),
- 2) interpretacja systemu (interpretacja struktury systemu i zachodzących w niej procesów),
- 3) sformalizowanie systemu (logiczny i matematyczny opis systemu),
- 4) algorytmizacja systemu (wykonanie algorytmów w postaci schematów blokowych),
- 5) oprogramowanie systemu (programy dla elektronicznych maszyn cyfrowych) ⁵².

Przytoczona synteza podejścia systemowego może nasunąć pytanie: czym nowym ono jest wobec dotychczasowej praktyki projektowej? Praw-

⁵² Por. B. Pełka, *Zarys ekonomiki i organizacji*, Warszawa 1974, s. 18.

dopodobnie, można wskazać na dziesiątki projektów wykonywanych systemowo, których autorzy o tym nawet nie wiedzieli. Szczególnie ma to miejsce w projektach: zakładów przemysłowych, urbanistycznych i gospodarczych systemów informatycznych. Podejście systemowe to nic innego jak kompleksowe ujęcie czynników i elementów projektu i rozpatrywanie ich z pozycji spójnego zbioru tworzącego system. Do tego dochodzi (jako novum w stosunku do dotychczasowej praktyki kompleksowego projektowania) analiza i projektowanie owego systemu z punktu widzenia czy jest: sterowany, samosterowny czy samodzielny. Pod tym względem istnieją znaczne luki w dotychczasowej metodyce kompleksowego projektowania. Ważnym elementem podejścia systemowego jest graficzna metoda rysowania systemu, najszerzej stosowana w projektowaniu gospodarczych systemów informatycznych. Jeżeli chodzi o dorobek metodologiczny projektowania GSI, to warto dodać, że chociaż dotyczy on projektowania systemów, to jednak prawie że nie traktuje się systemu informatycznego za system. Pewne oznaki zmiany tej orientacji można odnotować przy projektowaniu pakietów oprogramowania.

Pomimo dużej atrakcyjności podejścia systemowego trzeba zwrócić uwagę na poważne implikacje szerszego jego stosowania, szczególnie do analizy i projektowania koncepcji społeczno-gospodarczych.

Po pierwsze, stosując podejście systemowe odnosi się wrażenie, że wszystkie ważniejsze sprawy zostały rozpatrzone i po ich rozstrzygnięciu, po opracowaniu „schematu” postępowania — pozostaje tylko ich realizacja. Pogląd ten tylko w części jest słuszny, życie bowiem bogate jest w wydarzenia, które mogą pokrzyżować zaprogramowane „schematy”. Stąd istotne jest czy zaprojektowany system ma zdolności do tego by był sterowany (i, jak?).

Po drugie „kompleksowy schematyzm” kryje w sobie moment „kompleksowej przebiegłości”, która dobrze zaprojektowana może przynieść więcej szkody niż pożytku, w szczególności konsumentom. Wiadomo, że współczesne volkswageny, facity, diory itp. — odznaczają się postępującą tandetą. W przeciwnym razie producenci ponieśliby straty na skutek zbyt długiej żywotności swoich wyrobów. Innym przykładem jest marketyzacja opinii publicznej, która powoduje, że systemy propagandowe są coraz bardziej skuteczne, jeżeli chodzi o doraźne sukcesy i coraz bardziej zawodne, jeżeli chodzi o dłuższe okresy.

1.7.

Zawód informatyka

Na początku rozwoju prawie każdej większej dziedziny działania ludzkiego, na ogół pierwsze jej efekty — wytwory, były dziełem pionierów. Owi pionierzy swoje czynności traktowali jako sztukę. Tak było i ze sprzętem i systemami informatyki. Sztuką określano i programowanie, i projektowanie systemów. Kiedy jednak w informatyce pracuje w świecie około 2 mln osób, a w Polsce ponad 50 tys. (według danych z 1977 r.), trzeba wtedy oceniać to zjawisko w ten sposób, że informatyka ze sztuki staje się zawodem o szerokim zasięgu. To prawda, że jak w każdym zawodzie można zetknąć się z jego wybitnymi i z przeciętnymi przedstawicielami.

Co to jest zawód informatyka? I kto jest zawodowcem? Zawód informatyka (choć proponowana charakterystyka ma szersze zastosowanie) charakteryzuje się: zakresem wiedzy na wysokim poziomie intelektualnym, normami kompetencji, zasadami etyki zawodowej, lojalnością informatyków wobec swojego zawodu, zatrudnieniem (tzn., że uprawiający zawód informatyka utrzymuje się z niego), możliwością wykluczenia ze środowiska uprawiających zawód informatyka, o ile nie stosuje się do zasad danego zawodu.

Zdefiniowanie norm kompetencji zawodów informatycznych wymaga najpierw określenia zakresów funkcji, a następnie określenia wymaganej wiedzy i praktyki (czyli kwalifikacji) dla każdej funkcji. Następnie można określić zakres egzaminów potwierdzających dane kompetencje.

Zarówno szczegółowe omówienie specjalności zawodu informatyka jak i normatywy zatrudnienia informatyków w ośrodkach obliczeniowych podano w pracy ⁵³.

Kto jest informatykiem? Oto pytanie, które często pada. Czy użytkownik informatyki jest informatykiem? Inżynier, ekonomista, lekarz, nauczyciel, który nawet samodzielnie korzysta z końcówki komputerowej (a tym bardziej, gdy korzysta z całego ośrodka obliczeniowego) jako narzędzia stosowanego w rozwiązywaniu jego zawodowego problemu („inżynierskiego”, „ekonomicznego”, „lekarskiego”, „nauczycielskiego”) — nie jest informatykiem. Można powiedzieć, że jest np. inżynierem z informatycznymi kwalifikacjami, albo inżynierem „informatyzującym”. W przeciwnym razie, z biegiem lat, prawie każdy zawodowo czynny pracownik dziedzin podatnych na informatyzację — byłby informatykiem.

Zgodnie z definicją informatyki (por. pkt 1.3.) informatykiem jest każdy zatrudniony w zawodach informatycznych, w sferze wytwarzania

⁵³ Por. A. Targowski, *Organizacja ośrodków obliczeniowych*, Warszawa 1971, s. 48.

sprzętu, technik i metod oraz innych usług informatyki (np. nie będzie nim technolog szaf obudowy komputerów, bowiem technolog w tym zawodzie może znaleźć zatrudnienie w prawie każdym zakładzie produkcyjnym). Z definicji tej wynika, że programista zatrudniony, np. w NBP czy PKP także wytwarza techniki i metody informatyki. Choć według innego, dość popularnego podziału, określa się go, że jest użytkownikiem informatyki. Chyba dla odróżnienia, że nie pracuje w przemyśle komputerowym. Choć faktycznie użytkownikiem informatyki będzie czytelnik tabulogramów drukowanych lub wyświetlanych na monitorze, czyli finalny odbiorca usług informatyki. Terminu użytkownik informatyki nie będziemy zawężać według przytoczonej koncepcji, bowiem dotychczasowe funkcjonowanie tego terminu okazuje się przydatne. Kiedyś⁵⁴ został zaproponowany podział na użytkowników wewnętrznych (czyli informatyków) i na użytkowników zewnętrznych, czyli odbiorców informatyki. Podział ten, gdyby się przyjął, wprowadzałby przejrzysty następujący układ uczestników cyrkulacji informacji: producenci-użytkownicy-odbiorcy, z których pierwsze dwie grupy zawierałyby informatyków.

Ochrona zawodu informatyka staje się konieczna nie tylko ze względu na interesy samych informatyków, ale także ze względu na interesy odbiorców informatyki. Podobnie jak w wypadku służby lekarskiej czy konstruktorów i wykonawców budowlanych, staje się konieczne określenie uprawnień zawodowych informatyka. Nie bez znaczenia jest, komu można powierzyć projektowanie, programowanie i nadzór nad bankiem danych, systemem wypłat itp. System uprawnień zawodowych winien wpływać mobilizująco na samych informatyków i być najważniejszym kryterium przy zatrudnianiu, awansowaniu i zwalnianiu pracowników. Wymagania kwalifikacyjne zostały wprowadzone w Danii, Finlandii i Szwecji. W USA w 1960 r. wprowadzono certyfikat w zakresie przetwarzania danych. Raz do roku, w trzecią sobotę lutego, przeprowadzane są egzaminy w ramach stowarzyszenia *Data Processing Management Association*. W 1975 r. z 2096 kandydatów, tylko 675 otrzymało dyplom. W Holandii wydaje się dyplomy programistom w zakresie: języka COBOL, języka FORTRAN, języka ALGOL oraz z przedmiotu „automatyzacja i mechanizacja przetwarzania informacji”. W Wielkiej Brytanii, Krajowy Ośrodek Informatyki wydaje dyplom w zakresie analizy systemów, po ukończeniu 6-tygodniowego kursu (6 godzin/dzień). Dyplomy te są honorowane przez zatrudniających. Dość oryginalną formę sprawdzania wiadomości stosuje *British Computer Society*, wobec kandydatów na jego członków. Członek — „student” przechodzi przez egzamin: w zakresie ogólnej wiedzy informatycznej, który składa się z dwóch opracowań wykonanych w ciągu 4-godzin-

⁵⁴ Por. A. Targowski, *Automatyzacja przetwarzania danych*, wyd. cyt.

nego egzaminu oraz w zakresie szczegółowej wiedzy informatycznej, który składa się także z dwóch opracowań wybranych z 8 przedmiotów i trwa 3 godziny. Aby stać się pełnym członkiem BCS należy jeszcze nadesłać rozprawę na uzgodniony temat i przedyskutować ją z egzaminatorami lub nadesłać trzy opracowania dotyczące dwóch tematów, wybranych z listy 8 tematów. W tym dwa opracowania na jeden temat, przy czym różniące się stopniem zaawansowania. Egzaminy przeprowadzane są w zakresie: systemów programowania, systemów informacyjnych, przetwarzania danych, teorii programowania itp. Egzaminy przeprowadzane przez BCS nie gwarantują sprawdzenia kwalifikacji zawodowej, lecz jednak dają ocenę wykształcenia zawodowego.

Dyplom określa przynależność osoby, która go posiada, do określonej grupy społecznej — stowarzyszenia, chociaż wykonywanie zawodu jest możliwe bez jego posiadania. Stąd też wydaje się konieczne wprowadzenie uprawnień zawodowych — licencji, które byłyby regulowane przez administrację państwową, przynajmniej w odniesieniu do niektórych specjalności zawodu informatyka.

Prócz rozważań dotyczących specjalności zawodu informatyka i warunków jego pełnienia, można wspomnieć o potrzebie wypracowania koncepcji kodu etyki postępowania w wykonywaniu zawodu, a także jego ochrony w ramach związków zawodowych. Niewątpliwym obowiązkiem wypracowania kodu postępowania etycznego spoczywa na towarzystwach i stowarzyszeniach zawodowych. Wiele zagranicznych towarzystw, jak np. *British Computer Society*, wypracowało taki kod. W krajach gdzie brak jest stowarzyszeń informatycznych, środowisko informatyczne charakteryzuje duże rozwarstwienie i skłócenie, będące hamulcem dalszego rozwoju informatyki.

2

Rozwój informatyki na świecie

2.1.

Uwagi wstępne

Analizowanie i formułowanie modeli rozwoju informatyki nie jest możliwe bez bardziej wnikliwej znajomości historii rozwoju informatyki. Historia owa to pasjonujący obraz: ścierania się poglądów, pełen talentów i geniuszów, wpływów i nacisków finansjery oraz administracji państwowej, to także przegląd rozwoju cywilizacji.

Można zaryzykować twierdzenie, że rozwój informatyki jest trudny. Poszczególne rozwiązania sprzętowe i systemowe zwykle wyraźnie wyprzedzały epokę. Już B. Pascal w połowie XVII w. zetknął się z opozycją bankowców wobec jego arytmometru, który „wprawdzie zastępował pracę sześciu rachmistrzów, ale był za to droższy”. Także Ch. Babbage poniósł straty w pracy nad maszyną analityczną, którą dopiero po stu latach wykorzystano po II wojnie światowej do postaci komputerów. Jeszcze w latach sześćdziesiątych naszego stulecia fenomen komputerowy był traktowany jako coś nadzwyczajnego, podczas gdy następna dekada przyniosła takie jego upowszechnienie, że można teraz wymienić tak skrajne poglądy, jak uznające, że dalszy rozwój informatyki izoluje indywidualnego obywatela od systemu władzy, z którą nie potrafi w warunkach zaawansowanych systemów informatycznych współpracować. Zbliżony pogląd można było zaobserwować także w ZSRR, gdzie obecnie już zarzucono dawną definicję cybernetyki „jako nauki na usługach kapitalistów w celu wyzysku mas”¹.

W dotychczasowych opracowaniach historycznych dominuje podejście od strony rozwoju sprzętu, w którym właściwie opisuje się rozwój techniki obliczeniowej. Owe ujęcie warto rozszerzyć o analizę koncepcji, teorii

¹ *Słownik filozoficzny*, Warszawa 1955.

i zastosowań w praktyce, czy co może być najbardziej interesujące, o analizie polityki informatycznej, która niejedną koncepcję wyeliminowała, a inne stworzyła.

Najbardziej lapidarna ocena dotychczasowego rozwoju informatyki może zawierać następujące wnioski.

1. Od setek lat prace nad doskonaleniem prowadzenia obliczeń i informowania znajdują się w centrum zainteresowań intelektualnych i niewątpliwie nie widać obecnie i prawdopodobnie w przyszłości najmniejszych oznak nasycenia potrzeb i wygaśnięcia zainteresowania.

2. Technika (w tym technologia) obliczeniowa jest wiodąca dla innych technik.

3. Systemy informatyczne wnoszą poważne zmiany w mechanizmie funkcjonowania ogniów, jak i całego społeczeństwa (por. „elektroniczne pieniądze”, karty kredytowe), przy czym per saldo nie wprowadzają bezrobócia.

4. Rozwój informatyki jest kosztowny, wymaga wysokich nakładów oraz obfituje w marnotrawstwo: koncepcji, wysiłku ludzkiego, projektów, przedsięwzięć, środków — wynikające zwykle z nie w porę podjętych akcji.

Z tych paru ogólnych wniosków wynika, że badania nad rozwojem informatyki są konieczne, by narzędzie i usługi, czym jest informatyka, — były właściwie wykorzystywane.

2.2.

Ważniejsze osiągnięcia informatyki w zakresie koncepcji i teorii informatycznych

Zwykle potrzeby rodzą koncepcje, teorie, a nawet wynalazki. W informatyce można również odnotować tę prawidłowość, chociaż wiele koncepcji i teorii wyprzedzało aktualne potrzeby. Rozwój historyczny informatyki będziemy dalej analizowali posługując się oceną: potrzeb, koncepcji, teorii i ich wzajemnego przenikania.

W rozwoju informatyki technicznej można wyróżnić grupy problemowe² pod następującymi nazwami: urządzenia rachujące (UR), maszyny rachujące (MR), maszyny kalkulacyjne (MK), maszyny statystyczne (MS), maszyny statystyczno-kalkulacyjne, zwane również maszynami licząco-

² W celu podkreślenia, że nie pokrywają się one z działami informatyki.