

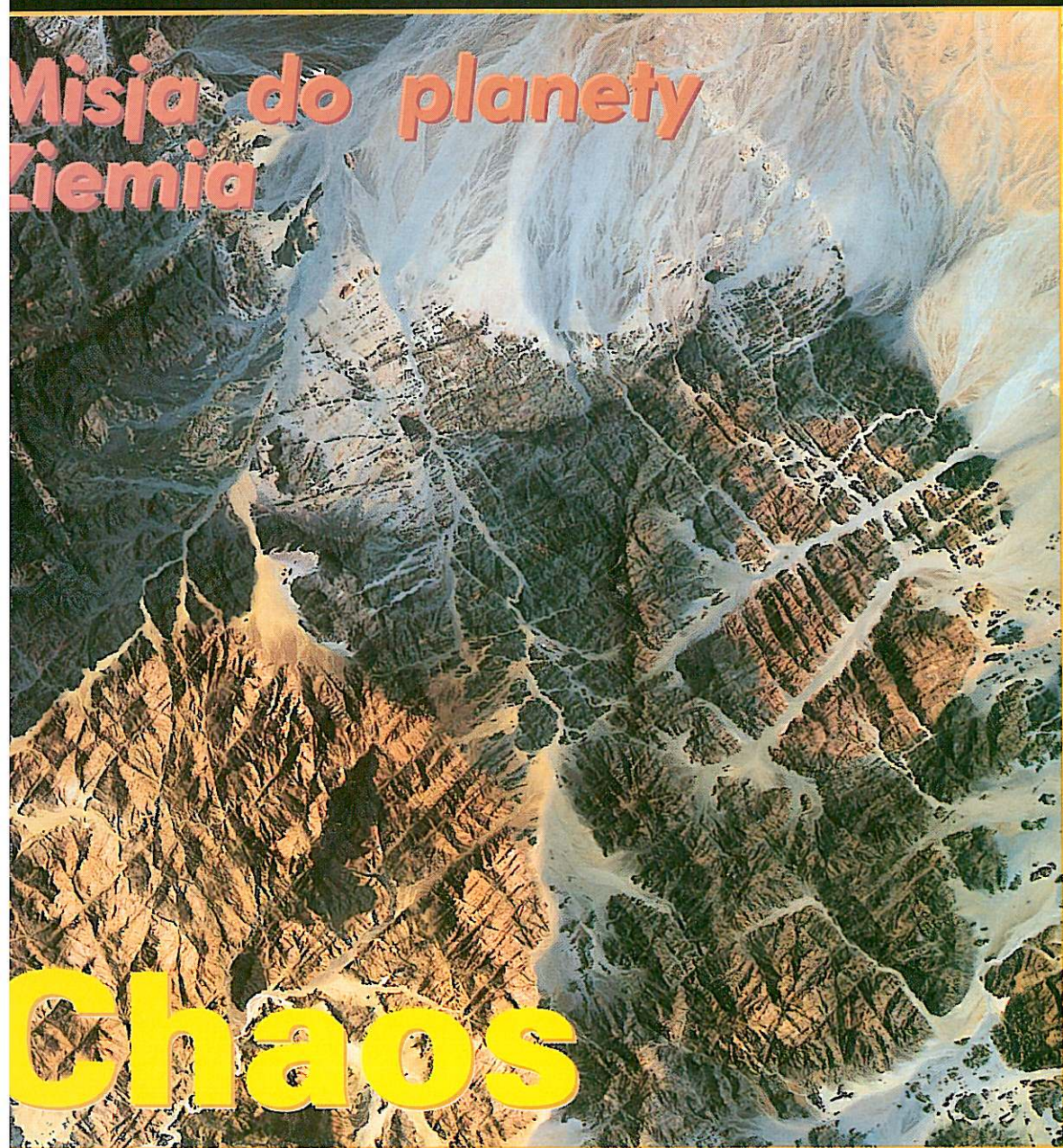
WISCI

WISCI

1 1992
12 000 zł
Indeks nr 38 142X

**Misja do planety
Ziemia**

Chaos



Ukazuje się od 1926 roku

Redaktor naczelny
Andrzej Gorzym

Sekretarz redakcji
Adam Zubek

Zastępcy sekretarza redakcji
Barbara Ciszewska
Krystyna Grembicka

Kierownicy działów
Maria Supranowicz
(nauki humanistyczne)
Joanna Zimakowska
(nauki ścisłe)

Zespół redakcyjny
Ewa Dąbkowska
Magdalena Fikus
Joanna Nurkowska
Stefan Olszewski
Michał Skalski
Jan Suchowiak
Jarosław Włodarczyk

Dział grafiki
Anna Kasperkiewicz
Robert Pawlicki
Andrzej Sienkiewicz
Dariusz Szczygiel

Redakcja techniczna
Beata Kowalska

Korekta
Anna Landowska
Bożena Leszkowicz

Rada Naukowa
Prof. dr hab.
Władysław Kunicki-Goldfinger
Prof. dr hab. med.
Jan Steffen
Prof. dr hab.
Władysław Turski
Prof. dr hab.
Andrzej Kajetan Wróblewski

Skład i łamanie
komputerowe
SCIENCE PRESS

Wydawca
SCIENCE PRESS
Joint venture „Wiedzy i Życia”
i „Scientific American”

Dyrekcja
Jan Rurański
Michael Feldmann

Adres redakcji i wydawcy
ul. Słoneczna 35
00-789 Warszawa
skrytka pocztowa 113
telefon: 49-64-35, 49-92-61
fax 49-92-27
tlx 81-76-56 rdt pl

Druk
Druck- und Verlagsanstalt
Gutenberg GES. M.B.H.
Austria
© Science Press 1991

Indeks nr 38 142X
PL ISSN 0137-8929



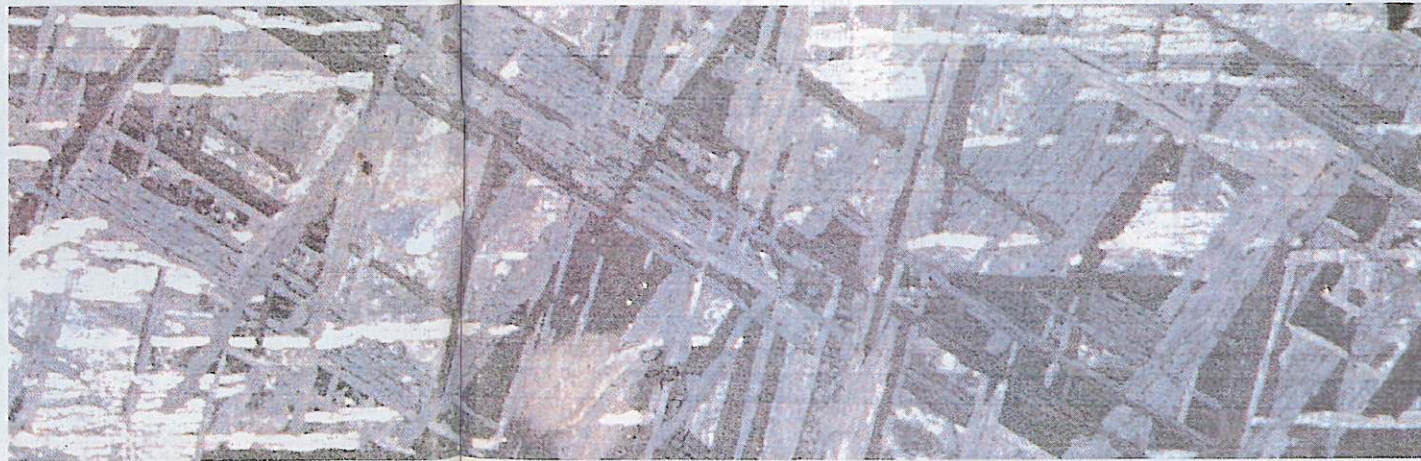
Zakłócony sen faraonów 60

Czy nadejdzie dzień, w którym szczątki faraonów, zabezpieczone przed zniszczeniem, będziemy oglądać w muzeum? Dziś wydaje się to jeszcze trudne do zrealizowania.



Nietoperze 48

Latają nocą, bezszelestnie. Te „myszy ze skrzydłami” budzą w ludziach niepokój — może dlatego, że mało o nich wiemy?



CHAOS 22

Teoria chaosu w pewnym stopniu zmienia koncepcję świata i praw natury odziedziczoną po Newtonie i Einsteinie. Zmienia też relacje pomiędzy fizyką i pozostałą częścią nauki.

Kamienie nie z tej Ziemi 42

Wiele meteorytów spada niepostrzeżenie, dlatego warto przyjrzeć się uważnie kamieniom w swojej najbliższej okolicy. Może ukrywa się wśród nich jakiś przybysz z kosmosu?

Styczeń 1992

SYGNAŁY 4

Synteza termojądrowa — światło w tunelu □ Woda na Marsie? □ Czy Słońce było większe? □ Sztuczna krew □ Żółty węgiel molekularny, czyli zagadkowe fullereny □ Jak leki mogą pokonać barierę komórkową □ Grafika komputerowa w obrazie teletekstowym □ Rewolucja w badaniach nad AIDS? □ Nie tylko krew niesie ze sobą HIV □ Powrót do przeszłości? □ Elektryczne samochody startują! □ Profilina i katar sienny □ Mądry Kanzi □ Sposób na efekt cieplarniany □ Na ratunek dzieciom □ Spadek meteorytu w Glatton

Andrzej Ciołkosz
Misja do planety Ziemia 10

Stefan Amsterdamski
Czy istnieje etos uczonych? 19

Jacek Turnau
Chaos 22

JAK ŻYĆ
Antoni Tomkiewicz
Czy możemy siebie zrozumieć? 32

Antoni Hoffman
Co z tą ewolucją? (cz.I) 38

Andrzej S. Pilski
Kamienie nie z tej Ziemi 42

NIE LUBIANE — NIE ZNANE
Bronisław W. Wołoszyn
Nietoperze 48

POLEMIKI
Łukasz A. Turski
Wszystkie potwory duże i małe, czyli jak przez wieloryba popadłem w tarapaty 59

Olivier Michel
Zakłócony sen faraonów 60

Krzysztof Żórawski
Motoryzacyjne dzieła sztuki 64

KSIĄŻKI 76

Marek Penszko
PUZELAND 78

SYNTEZA TERMOJĄDROWA — ŚWIATŁO W TUNELU

Informacja o przeprowadzonej kontrolowanej syntezie termojądrowej przekazana przez Reutersa 9 listopada ub.r. błyskawicznie obiegła wszystkie magazyny informacyjne świata. I choć następne dni przyniosły wiele sprostowań i wyjaśnień, pozostanie chyba największą sensacją naukową roku 1991. Nie uzyskano wprawdzie większej ilości energii niż włożono w stworzenie warunków koniecznych do zajścia reakcji, to jednak przebiegła ona po raz pierwszy w mieszaninie deuter-tryt.

Utrzymanie reakcji termojądrowej przez blisko 2 sekundy w mieszaninie izotopów wodoru — deuteru i trytu — jest prawdziwym osiągnięciem naukowców z JET.

Laboratorium JET, światowy lider w pracach nad syntezą termojądrową, usytuowane w Culham w Oxfordshire, zbudowane zostało przez Wspólnotę Europejską. Przez wiele lat naukowcy mieli nadzieję, że w laboratorium JET można osiągnąć warunki wymagane do podtrzymania reakcji termojądrowej deuter-tryt, mimo początkowych problemów z uzyskaniem trytu.

Synteza zachodzi w gazie tak gorącym, że atomy przechodzą w stan plazmy, czyli elektrycznie obojętnej mieszaniny nuklidów (jąder) i elektronów. Własności elektryczne plazmy i pole magnetyczne ograniczają zderzenia nuklidów ze ścianami zbiornika.

Mając szczelną powłokę magnetyczną, wytworzoną według radzieckiego projektu, zwanego tokamak, badacze JET spędzili dziewięć lat nad uzyskaniem warunków fizycznych koniecznych w reaktorze. Plazma musi być tak gorąca, aby zapewnić pokonanie naturalnego odpychania nuklidów. Oznacza to konieczność utrzymania temperatury 100 milionów stopni Celsjusza lub wyższej.

Drugim warunkiem niezbędnym do zajścia syntezy termojądrowej jest tak duża gęstość plazmy, aby zderzenia nuklidów mogły nastąpić w czasie jej podtrzymywania. Ostatni warunek oznacza konieczność utrzymania przez dłuższy czas nadwyżki energii produkowanej w plazmie nad jej utratą.

We wstępnej fazie w laboratorium JET realizowano fuzję deuter-deuter (DD), choć wiadomo, iż najbardziej efektywną reakcją syntezy jest reakcja deuter-tryt (DT). Pięćdziesięcioprocentowy udział trytu w plazmie złożonej z deuteru daje w rezultacie wzrost efektywności energetycznej syntezy przy współczynniku 200.

Ostatnie doświadczenie przeprowadzono w mieszaninie zawierającej kilka procent trytu. Zespół JET utrzymał koncentrację trytu na niskim poziomie, aby uniknąć zbyt dużego promieniowania. Zapewnił on jednak wystarczającą liczbę reakcji kontrolowanej syntezy.



Siedziba laboratorium JET (Joint European Torus)

Eksperyment z trytem udowodnił, że zespół badawczy JET opanował technikę posługiwania się radioaktywnym gazem.

Jak pokazała historia „zimnej” syntezy, nie zawsze łatwa była detekcja i pomiar energii neutronów powstałych w czasie syntezy. Czterdzieści lat temu było to powodem fałszywego alarmu, gdy badacze przedwcześnie stwierdzili wykrycie neutronów syntezy, a były to jedynie neutrony opóźnione, powstałe w innym procesie. „Jesteśmy przekonani, że mamy neutrony z reakcji DT” — powiedział Alan Gibson z JET.

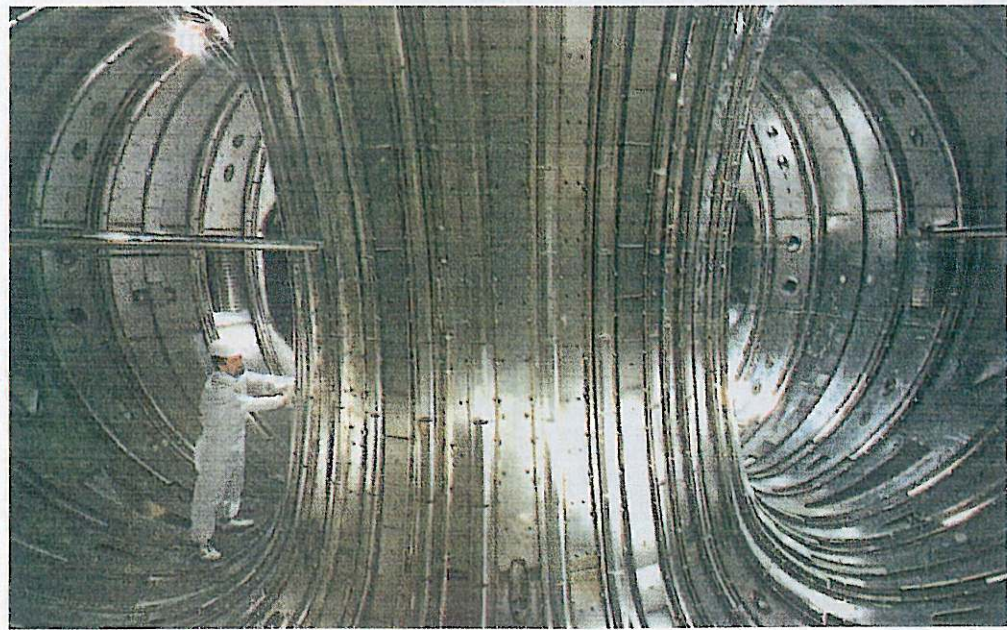
Reaktor w laboratorium JET pracuje impulsowo, utrzymując plazmę przez maksimum 20 sekund. Przedłużenie czasu trwania impulsu to obecnie najważniejsze zadanie technologiczne.

Jednym z problemów programu jest radioaktywność tworząca się w tokamakach. Zderzenia cząstek plazmy ze ścianą komory próżniowej wywołują wytrącanie ciężkich nuklidów materiału poszycia, które przechodzą do plazmy. Nuklidy te zanieczyszczają plazmę i niekorzystnie wpływają na bilans energii przez jej wypromienianie w układ.

W dotychczasowym harmonogramie programu doświadczenie DT było planowane na 1992 rok. Duża liczba eksperymentów DT mogłaby jednak sprawić, że urządzenie szybko stałoby się tak radioaktywne, iż wymagałoby długiego czasu zawieszenia badań.

Program finansowany jest przez wiele krajów, planuje się także kolejny program syntezy termojądrowej — International Toroidal Experimental Reactor (ITER). Na razie zespół projektowy ITER rozważa wstępnie trzy możliwe lokalizacje reaktora: w Niemczech, Japonii lub USA. (ed)

„New Scientist” 16/XI/1991



WODA NA MARSIE?

Obecnie Marsa otacza tylko bardzo cienka atmosfera złożona z CO₂, zatrzymująca niewiele ciepła słonecznego, zatem temperatura jego powierzchni nie przekracza punktu zamarzania wody. Uważa się jednak, że woda zachowała się w marsjańskim gruncie do dziś na zasadzie ziemskiej wiecznej zmarzliny.

Przyпуска się, że w przeszłości geologicznej Mars miał grubszą atmosferę i na jego powierzchni występowała woda.

O istnieniu wody świadczą pewne formy terenu, widoczne w rzeźbie planety: doliny i meandry rzeczne, kanały odpływowe oraz rozległe płaskie równiny, które niegdyś mógł zalewać ocean wody.

Istnieje pewna koncepcja cyklicznej historii geologicznej Marsa. Amerykańscy naukowcy sugerują, że w tak zwanych *hot spots*, które obecnie występują także na kuli ziemskiej, co pewien

CZY SŁOŃCE BYŁO WIĘKSZE?

Według standardowego modelu ewolucji Słońca, cztery miliardy lat temu świeciło ono o 25 procent słabiej niż dziś. Ówczesna Ziemia musiała więc być bardzo zimna. Tymczasem geolodzy mają dowody, że już wówczas na powierzchni naszej planety była woda, a temperatura sięgała 80°C. Niektórzy naukowcy próbują rozwiązać tę sprzeczność postulując, że ziemska atmosfera zawierała ponad tysiąc razy więcej dwutlenku węgla niż obecnie, co powodowało występowanie efektu cieplarnianego. Inni jednak wątpią, czy w owych czasach mogło być w atmosferze aż tyle dwutlenku węgla.

Juliana Sackmann z California Institute of Technology w Pasadenie i jej koledzy stwierdzili, że gdyby na początku Słońce było o 10 procent masywniejsze, niż dotychczas sądzono, to mogło być dostatecznie jasne, aby uchronić Ziemię przed zamarzaniem. Również na powierzchni Marsa mogłaby się utrzymywać woda w stanie ciekłym.

SZTUCZNA KREW

Od ponad 20 lat trwają intensywne badania nad wprowadzeniem do lecznictwa sztucznej krwi. Idea ta zyskała poparcie lekarzy świadomych korzyści wynikających ze stosowania produktu o kontrolowanej jakości, bez obaw o wprowadzenie do organizmu groźnych infekcji wirusowych (zapalenia wątroby, AIDS).

Badania nad sztuczną krwią są otoczone tajemnicą — ten, kto

uzyska produkt wysokiej jakości, nie powodujący efektów ubocznych, odniesie także ogromny sukces finansowy. Wiadomo tylko, że sztuczna krew zawiera zmodyfikowaną cząsteczkę hemoglobiny — białka występującego w krwinkach czerwonych, zawierającego żelazo i przynoszącego tlen w organizmie.

W roku 1968 w Laboratorium Medycznym Armii USA w Fort Knox dokonano pierwszej modyfikacji cząsteczki hemoglobiny, a podanie jej zwierzętom dało obiecujące wyniki. Zwierzęta żyły po wymianie całej krwi na produkt syntetyczny, wystąpiły jednak efekty uboczne. Pierwsze próby zastosowania sztucznej krwi u ludzi zakończyły się tragedią. W początku lat osiemdziesiątych podano ją dwóm ochotnikom, u których wystąpiło bardzo poważne uszkodzenie nerek. Po tym fakcie zrezygnowano z eksperymentalnego podawania sztucznej krwi ludziom.

Niedawno Biopure Corporation z Bostonu doniosła, że otrzymaną przez nich sztuczną

czas magma podnosiła się do poziomu powierzchni Marsa, zapoczątkowując okresy wulkaniczne. Każdy z nich trwał przypuszczalnie około jednego miliona lat.

W wyniku działalności wulkanicznej wieczna zmarzlina topniała i powstawały wielkie kanały odpływowe dla ogromnych ilości wody, które były uwalniane w tym procesie. Woda zbierała się na nisko położonych równinach w pobliżu północnego bieguna planety, tworząc ocean. Na istnienie oceanu w stanie płynnym pozwalała atmosfera wzbogacona

w H₂O i CO₂, które powodowały nasilenie efektu cieplarnianego, podnoszącego temperaturę powietrza.

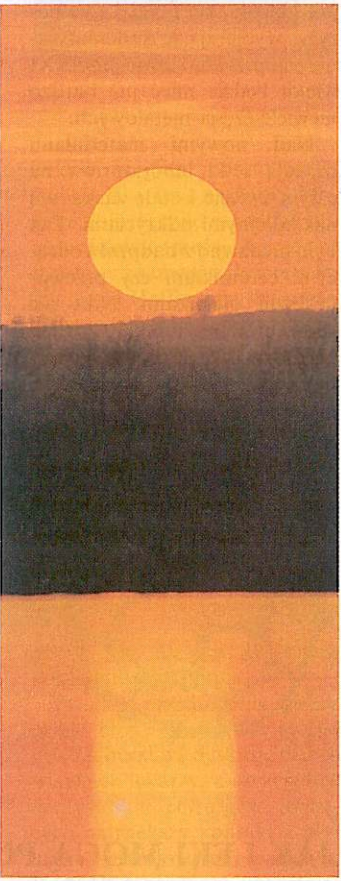
Po okresie wzmożonej aktywności wulkanicznej powierzchnia planety znów ochładzała się aż do zamarznięcia, a atmosfera się rozredzała. Stan taki trwał do kolejnego okresu wulkanicznego. Naukowcy amerykańscy uważają, że przedstawiony schemat historii geologicznej Marsa daje szansę istnienia życia na Czerwonej Planecie. (GrR)

„New Scientist” 24/VIII/91

cent dzisiejszej jasności. Ziemia byłaby cieplejsza niż przewiduje to model standardowy przez 2 miliardy lat po swym powstaniu. Słońce musiałoby tracić 10⁻¹⁰ swej masy rocznie — dziesięć tysięcy razy więcej niż dziś. Wiadomo jednak, że niektóre młode gwiazdy tracą masę w tempie znacznie szybszym, gdy przechodzą przez stadium gwiazdy typu T-Tauri, zanim staną się gwiazdami „ciągu głównego”, podobnymi do dzisiejszego Słońca.

Proponowany model musi dopiero zyskać akceptację naukowców. Jego twórcy poszukują obecnie dowodów na potwierdzenie przewidywań modelu. Proponują na przykład poszukiwania w skałach księżycowych dowodów występowania bardzo silnego wiatru słonecznego, który musiał się pojawić przy dużej utracie masy. Zachęcają również naukowców zajmujących się badaniem Ziemi do spojrzenia na swe wyniki z perspektywy modelu większego Słońca, tracącego intensywnie masę w początkowym okresie istnienia. (ASP)

„New Scientist” 9/XI/1991



krew zastosowano u dziesięciu ochotników w Gwatemali i nie stwierdzono żadnych efektów ubocznych. Jednocześnie Instytut Lattermana w San Francisco dokonał syntezy znacznych ilości zmodyfikowanej hemoglobiny i zaferował produkt każdemu, kto zechce prowadzić badania. Tym samym upadł monopol firm farmaceutycznych na badania nad sztuczną krwią i być może będą one teraz postępowały szybciej i zostaną uwieńczone sukcesem. (G.L.)

„Science” vol. 250/1991

Misja do planety Ziemia



Podróże kosmiczne to triumf myśli ludzkiej, ale i tragiczna klęska rozumu... — powiedział kiedyś, u progu ery kosmicznej, Max Born — słynny fizyk. I bez wątpienia tak to wtedy wyglądało. Ludzkość zrealizowała swoje odwieczne marzenie — podróże do gwiazd — natychmiast, gdy tylko zaistniały po temu techniczne możliwości, nie licząc się z tym, że szanse powodzenia pozostawały pod znakiem zapytania, a korzyści — co najmniej wątpliwe. Nie minęło nawet kilka lat, gdy okazało się, że obserwacja Ziemi z orbity satelitarnej dostarcza informacji, których nie zdobylibyśmy badając planetę z jej powierzchni, samolotów czy balonów. Satelitarne obrazy zachmurzenia naszej planety, pomiary pionowych profili temperatury i wilgotności atmosfery, kartowanie zasięgów śniegu i lodów morskich, badanie prądów morskich, pływów, zasięgów zmian linii brzegowej mórz i oceanów, sporządzanie map geologicznych i pomiary geodezyjne, kontrola zanieczyszczeń atmosfery

i wód powierzchniowych, kontrola oraz bilans zasiewów i plonów, ocena zdrowotności lasów, poszukiwania archeologiczne — to niepełna lista zastosowań sztucznych satelitów Ziemi. Zastosowań, bez których życie na Ziemi zostałyby w dużym stopniu dezorganizowane, a których często sobie nie uświadamiamy. Rok 1992 ma być rokiem przypomnienia światu, jak bardzo zmieniło się życie na naszej planecie dzięki badaniom i obserwacjom satelitarnym. Ten rok został proklamowany przez Zgromadzenie Ogólne ONZ Międzynarodowym Rokiem Kosmosu i obchodzony jest pod hasłem MISJA DO PLANETY ZIEMIA. Artykuł profesora Andrzeja Ciołkosza — znanego polskiego specjalisty w dziedzinie teledetekcji — przypomina milowe kroki w satelitarnych badaniach Ziemi. Do różnych frapujących możliwości i zastosowań satelitów teledetekcyjnych będziemy powracać w serii artykułów. (red.)

Rok 1957 przejdzie na zawsze do historii ludzkości jako rok, w którym zostały zapoczątkowane loty kosmiczne. W dniu 4 października 1957 roku człowiek po raz pierwszy wprowadził zbudowany przez siebie obiekt na orbitę wokółziemską. Był to *Sputnik 1* — metalicznie polyskująca kula z czterema antenami, o wadze 83 kg, zawierająca urządzenie do pomiaru gęstości atmosfery i nadajnik radiowy, wyniesiona na wysokość około 500 km nad powierzchnię Ziemi. Przez ponad trzy tygodnie *Sputnik 1* przysyłał sygnały radiowe umożliwiające kontrolę jego położenia w przestrzeni kosmicznej. Po 96 dniach i okrążeniu globu ziemskiego 1400 razy satelita wszedł w gęste warstwy atmosfery i doszczętnie spłonął wskutek ogromnego tarcia, jakie tej rozpędzonej do prędkości ponad 7.5 km/s kuli stwarzało powietrze.

W miesiąc później Rosjanie wprowadzają na orbitę nowego satelitę — *Sputnik 2*. Ten znacznie już większy satelita, o wadze przekraczającej nieco 500 kg, zawierał specjalne pomieszczenie, w którym znajdowała się pierwsza żywa istota odbywająca podróż kosmiczną, mianowicie pies Lajka. Różnorodne czujniki kontrolowały cały czas reakcję organizmu psa na niezwykle warunki, w jakich przyszło mu podróżować, przede wszystkim na brak grawitacji. Po siedmiu dniach zapas tlenu skończył się, choć sam satelita pozostawał w przestrzeni kosmicznej jeszcze przez 94 dni.

W trzy miesiące po wystrzeleniu *Sputnika 2* na orbitę wokółziemską zostaje wprowadzony pierwszy amerykański satelita, małe *Explorer 1* o wadze zaledwie 14 kg. Mimo swej niepozorności satelita zawierał wiele urządzeń, dzięki którym potwierdził

Meteosat, umieszczony na orbicie geostacjonarnej przez Europejską Agencję Kosmiczną, dostarcza zdjęć całego kontynentu afrykańskiego oraz niemal całej Europy

między innymi istnienie wokół globu ziemskiego pasów radiacji Van Allena.

W roku 1958 Amerykanie jeszcze trzykrotnie wprowadzili na orbitę swoje miniaturowe satelity. Odpowiedzią Rosjan było wystrzelenie tylko jednego, ale za to potężnego satelity — *Sputnika 3*, o wadze ponad 1300 kg. Wyścig w podboju kosmosu, zapoczątkowany przez Rosjan, rozpoczął się na dobre i mimo że pierwszy cel został już przez obie strony osiągnięty, do głównego celu, nieprecyzowanego zresztą jeszcze wyraźnie przez żadnego z konkurentów — lądowania na Księżycu — było jeszcze daleko.

Z początkiem lat sześćdziesiątych rozpoczyna się w USA okres przygotowywania do lotów załogowych, mających w efekcie doprowadzić do lądowania człowieka na powierzchni Srebrnego Globu. Jed-

nocześnie kontynuowane są prace nad satelitami bezzałogowymi, które byłyby w stanie dostarczać zdjęć naszej planety z wysokości orbitalnych do celów wojskowych, a także do obserwacji meteorologicznych. Meteorologowie bowiem byli jednymi z pierwszych, którzy zwrócili uwagę na potencjalne możliwości, jakie dają zdjęcia wykonywane z kosmosu w prowadzeniu obserwacji zjawisk pogodowych w skali kontynentów i całego globu.

Już 1 kwietnia 1960 roku zostaje wprowadzony na orbitę amerykański satelita o nazwie TIROS 1, przeznaczony do obserwacji meteorologicznych. W tym momencie rozpoczyna się trwająca do dziś, początkowo z pewnymi przerwami, później stale, misja obserwacji globu ziemskiego.

Satelita TIROS 1 został umieszczony na orbicie prawie kołowej, przebiegającej na wysokości około 720 km nad powierzchnią Ziemi, obiegając ją prawie co 100 minut. Na jego pokładzie zainstalowano dwie kamery telewizyjne obserwujące glob ziemski po jego oświetlonej stronie i jeden radiometr rejestrujący podczerwony zakres promieniowania. Radiometr ten umożliwiał wykonywanie zdjęć w nocy.

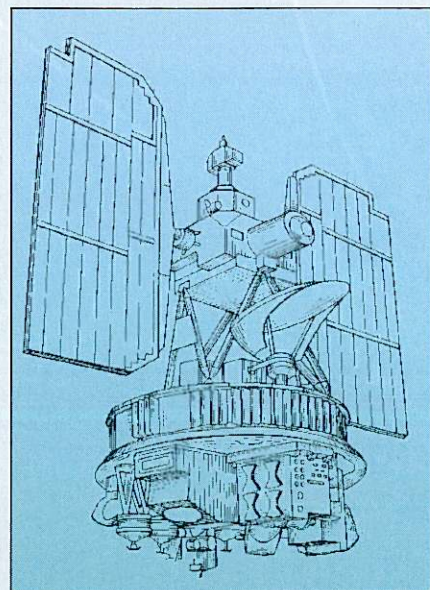
Nachylenie orbity satelity TIROS 1 umożliwiło przekazanie około 23 000 zdjęć powłoki chmur tylko z obszaru międzyzwrotnikowego. W ciągu pięciu lat wystrzelono 10 satelitów tej serii. Wykonane przez nie zdjęcia pozwoliły rozpoznać wiele zjawisk zachodzących w tym stosunkowo mało poznanym, tropikalnym pasie klimatycznym. Już jeden z pierwszych satelitów TIROS wykonał serię zdjęć, za pomocą których wykryto i prześlędzono wędrowkę groźnego cyklonu w rejonie Karaibów. Na podstawie tych zdjęć sporządzono również prognozę dalszego rozwoju tego żywiołu i ostrzeżono przed zbliżającym się kataklizmem.

Na pokładach ostatnich satelitów serii TIROS rozpoczęto montowanie urządzeń umożliwiających automatyczne przekazywanie zdjęć do naziemnych stacji odbiorczych, wyposażonych w stosunkowo prostą i taną aparaturę odbiorczą. Satelity te zaczęto umieszczać na orbitach prawie biegunowych, co pozwalało na objęcie obserwacjami niemal całej kuli ziemskiej. Dzięki temu znacznie wzrosła liczba pozyskanych zdjęć i upowszechniło się ich wykorzystanie do sporządzania prognoz meteorologicznych.

Satelity TIROS zostały w 1964 roku zastąpione nowymi, znacznie udoskonalonymi satelitami serii *Nimbus*. Mia-

ły na swych pokładach nie tylko udoskonalone kamery telewizyjne do wykonywania zdjęć, ale także specjalne urządzenia do pomiaru temperatury w profilu całej atmosfery oraz do określania w niej zawartości pary wodnej, a także ozonu. Na ostatnich satelitach tej serii umieszczono urządzenia do analizy koloru wody w morzach i oceanach. Kolor wody posłużył jako cecha rozpoznawcza, za pomocą której określano zawartość fitoplanktonu w tych akwenach.

Od końca lat sześćdziesiątych na orbitach prawie biegunowych, przebiegających na wysokościach 600–800 km,



Satelita *Nimbus 7*

także Rosjanie zaczynają umieszczać swe meteorologiczne satelity serii *Me-teor*. Satelity te były wyposażone w urządzenia umożliwiające wykonywanie zdjęć w widmie widzialnym i w podczerwieni oraz prowadzenie pomiarów temperatury powierzchni globu ziemskiego.

W roku 1961 rozpoczyna się kolejny etap w podboju kosmosu. 12 kwietnia 1961 roku rakieta typu A-1 wyniosła w przestrzeń wokółziemską niemal pięciotonnego satelitę *Wostok 1* z pierwszym kosmonautą świata Jurijem Gagarinem. Na tym statku kosmicznym Gagarin dokonał jednego okrążenia Ziemi.

Amerykanie rozpoczynają serię lotów załogowych w ramach programu o nazwie „Merkury”. W ramach tego programu na statku *Freedom 7* dokonuje krótkiego, zaledwie piętnastominutowego lotu pierwszy amerykański astronauta A. Shepard. Celem tego pro-

gramu było ustalenie możliwości przebywania człowieka w przestrzeni kosmicznej. W trakcie realizacji lotów na statkach *Merkury* rozpoczęto wizualne obserwacje globu ziemskiego, a także jego fotografowanie.

W sześciu lotach załogowych zrealizowanych w ramach programu „Merkury” astronauta spędzili łącznie niemal 54 godziny w przestrzeni kosmicznej, wykonując wiele zdjęć fotograficznych i obserwacji wizualnych. Większość zdjęć wykonywali oni na filmach barwnych, które okazały się nieprzydatne w fotografowaniu Ziemi z kosmosu. Atmosfera ziemska bowiem zbyt silnie rozprasza promieniowanie fioletowe i niebieskie, co wpływa na osłabienie kontrastu zdjęć i ujednolicenie kolorów. Stwierdzono, że znacznie lepsze rezultaty otrzymuje się w przypadku wykonywania zdjęć w podczerwonym zakresie spektrum, zwłaszcza zdjęć barwnych. Takie zdjęcia przedstawiają fotografowane obiekty w barwach nierzeczywistych, lecz nasyconych i wyraźnie kontrastujących ze sobą.

W trakcie realizacji kolejnego programu — „Gemini” — dwudziestu astronautów amerykańskich spędziło w przestrzeni kosmicznej w sumie ponad 965 godzin, wykonując około 1100 doskonałej jakości zdjęć, głównie obszarów pustynnych położonych w strefie zwrotnikowej. Na jakość tych zdjęć i ich znaczenie poznawcze pierwsi zwrócili uwagę geolodzy, odkrywając na ich podstawie pokłady surowców mineralnych w trudno dostępnych regionach kuli ziemskiej.

Nic więc dziwnego, że podczas następnego programu — „Apollo” — którego ostatecznym celem było lądowanie człowieka na Księżycu, fotografowaniu powierzchni Ziemi poświęcono znacznie więcej uwagi, organizując wiele specjalnych eksperymentów. Po raz pierwszy więc fotografowanie globu ziemskiego było objęte oficjalnym programem, nie było więc to tylko hobby astronautów, któremu oddawali się w chwilach wolnych od innych zajęć czy też w momentach urzeczzenia pięknem obserwowanych widoków.

Podczas lotów załogowych programu „Apollo” wypróbowywano nowe techniki fotograficzne, zwłaszcza tak zwaną fotografię wielospektralną, polegającą na jednoczesnym fotografowaniu tego samego terenu za pomocą czterech kamer, z których każda rejestrowała obraz w innym zakresie spektrum. Ta technika wykonywania zdjęć dała podwaliny przyszłej misji satelitów teledetekcyjnych — serii *Landsat*.

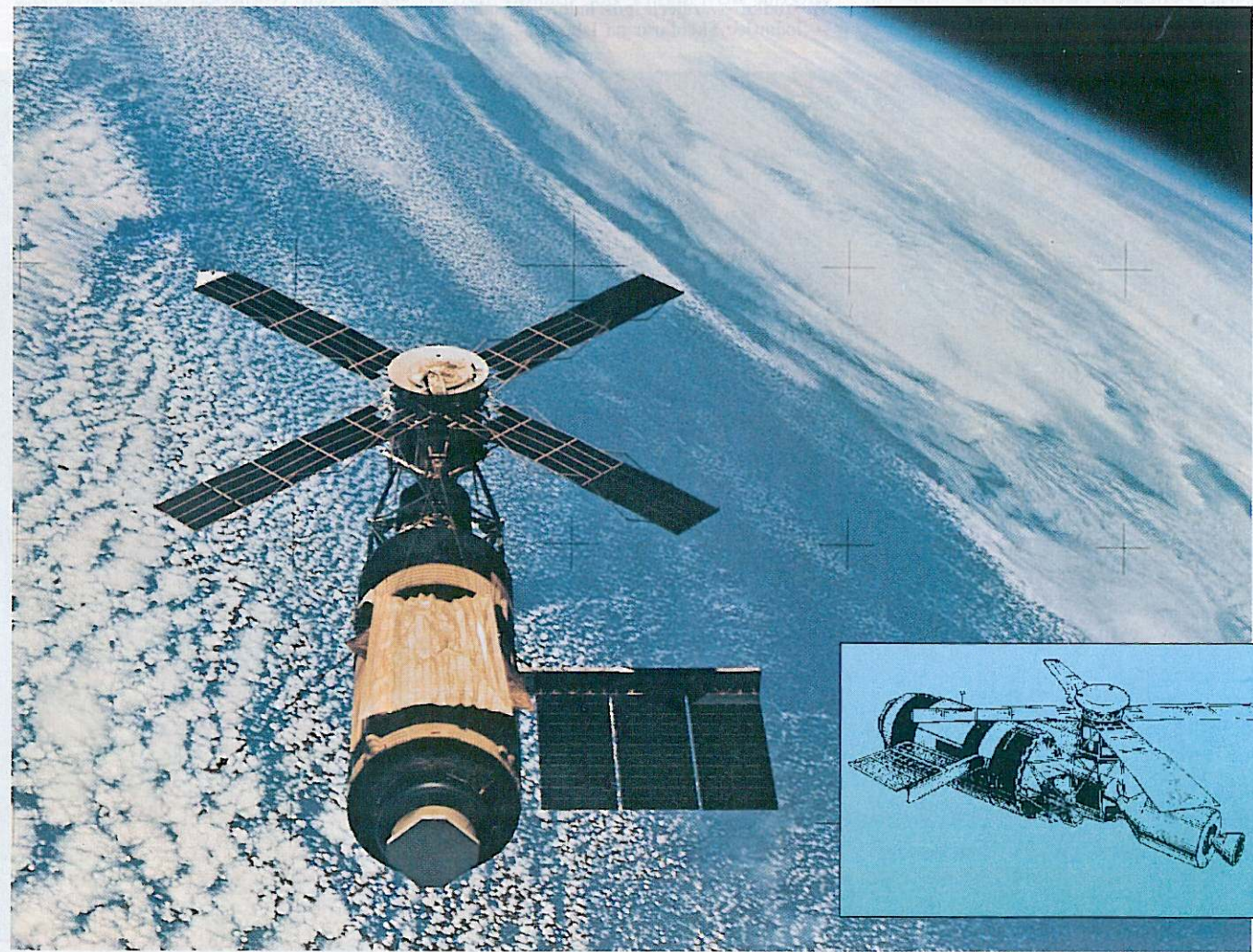
Patrząc z perspektywy czasu na badania globu ziemskiego prowadzone z przestrzeni kosmicznej, nie sposób nie wspomnieć o najbogatszym, jak dotąd, programie badawczym zrealizowanym w latach 1973–1974 na pierwszej orbitalnej stacji badawczej — *Skylab*. Zainstalowano na niej sześć różnych urządzeń służących do pozyskiwania zdjęć powierzchni globu ziemskiego. Wykorzystano więc sześciobiektwową kamerę fotograficzną, inną kamerę dającą zdjęcia o tak zwanej dużej rozdzielczości, czyli pozwalającą na fotografowanie obiektów o wielkości około 20–30 m, specjalne urządzenia umożliwiające wykonywanie zdjęć w podczerwieni i, po raz pierwszy, w mikrofalach, a także 13-kanalowy optyczno-mechaniczny skaner, umożliwiający otrzymywanie zdjęć tego samego terenu aż w trzynastu zakresach spektrum (promieniowanie widzialne, podczerwień bliska, środkowa i daleka, zwana także podczerwienią termalną).

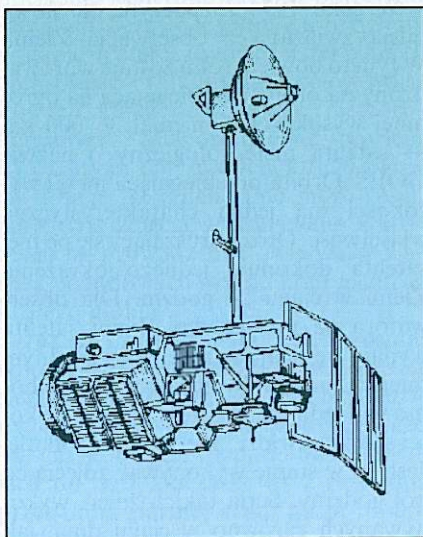
Mimo że na eksperymenty związane z fotografowaniem Ziemi astronauta pilotujący trzykrotnie stację *Skylab* wykorzystali zaledwie 4,5 proc. czasu, to jednak wykonali ponad 40 000 zdjęć fotograficznych i nagrali ponad 72 000 m taśmy magnetycznej zawierającej informacje dotyczące globu ziemskiego. W trakcie realizacji programu na stacji *Skylab* uzyskano wiele nowych informacji o Ziemi. Jednakże nigdy nie były one w pełni wykorzystane. Akurat bowiem w tym czasie zostały szeroko rozpropagowane zdjęcia wykonywane przez automatycznego satelitę, przeznaczony wyłącznie do fotografowania Ziemi, znanego później pod nazwą *Landsat*. Nowe zdjęcia, a zwłaszcza możliwości ich interpretacji, do tego stopnia zafascynowały badaczy, że szybko zapomniano o *Skylabie* i wykonanych zdjęciach fotograficznych, choć niewątpliwie cywilna fotografia satelitarna osiągnęła w tym eksperymencie najwyższy poziom techniczny.

W roku 1974 rozpoczyna się nowa misja związana z obserwacją Ziemi. W tym to bowiem roku zostaje wprowadzony na orbitę przebiegającą na ogromnej wysokości — niemal 36 000 km — satelita meteorologiczny o nazwie GOES. Orbita przebiegająca na tej wysokości ma jedną charakterystyczną właściwość. Otóż poruszający się po niej satelita dokonuje jednego okrążenia Ziemi w ciągu 24 godzin. Dla obserwatora na powierzchni Ziemi satelita wydaje się znajdować ciągle w jednym miejscu, jak gdyby zawisł on nieruchomo nad jednym punktem. Z tej wysokości satelita „widzi” niemal całą półkulę. Jest on w stanie wykonywać zdjęcia co pół godziny. Seria takich zdjęć, wykonywanych zarówno w ciągu dnia, jak i nocy, pozwala na obserwację dynamiki zjawisk meteorologicznych.

Obserwacje makroskopowych zjawisk meteorologicznych z orbity geostacjonarnej okazały się niezwykle użyteczne w opracowywaniu prognoz me-

Opuszczona przez trzecią załogę stacja badawcza *Skylab* jeszcze przez kilka lat kontynuowała swój lot wokół Ziemi





Satelita Landsat 4

teorologicznych. Nic więc dziwnego, że postanowiono cały glob ziemski stale obserwować z satelitów geostacjonarnych. Pięć odpowiednio umiejscowionych satelitów objęło swymi obserwacjami cały glob, dostarczając informacji o chmurach, ich występowaniu, roz-

mieszczeniu, strukturze i temperaturze. Satelity te i wykonywane przez nie zdjęcia przyczyniły się znacznie do usprawnienia opracowywania prognoz meteorologicznych w skali kontynentów.

Informacje o powierzchni Ziemi dostarczone przez satelity meteorologiczne, a także satelitarne misje załogowe, zachęciły Państwowy Urząd Lotnictwa i Astronautyki USA do rozpoczęcia prac nad skonstruowaniem satelity przeznaczonego do badań zasobów naturalnych Ziemi. Po pięciu latach, w lipcu 1972 roku, został umieszczony na orbicie nowy satelita rozpoczynający misję satelitów *Landsat*, która od tamtej chwili trwa bez przerwy do dziś.

Satelita *Landsat 1* został umieszczony na orbicie prawie biegunowej przebiegającej na wysokości około 920 km nad powierzchnią Ziemi. Na pokładzie satelity umieszczono dwa systemy zbierania danych: zespół trzech kamer tele-

Zdjęcia z satelity *Landsat*. Z lewej — okolice Orlando na Florydzie. W prawym dolnym rogu widoczne są na przykładzie Canaveral stanowiska startowe amerykańskich wahadłowców. W środku — zdjęcie gór lodowych, odrywających się od lodowców Grenlandii. Po prawej — lodowiec Skeidarar na Islandii

wizyjnych i skaner wielospektralny rejestrujący obrazy powierzchni Ziemi jednocześnie w czterech zakresach spektrum. Zdjęcia, wykonywane za pomocą zarówno kamer telewizyjnych, jak i skanera, były zdjęciami czarno-białymi, jednak różniły się między sobą odcieniami szarości w zależności od zakresu spektrum, w którym dokonano rejestracji. Te czarno-białe zdjęcia można łączyć, tworząc kompozycje barwne przedstawiające powierzchnię Ziemi w barwach nierzeczywistych. Każde zdjęcie obejmowało teren o wymiarach 185 x 185 km. Najmniejszy obiekt, który mógł być zarejestrowany na takim zdjęciu, musiał mieć wymiary przynajmniej 80 x 80 m.

W odróżnieniu od zdjęć wykonanych wcześniej, zdjęcia wykonywane przez satelitę *Landsat* były rejestrowane nie na filmie fotograficznym, lecz na taśmie magnetycznej w zapisie numerycznym, co stworzyło nieograniczone wręcz możliwości ich przetwarzania i interpreta-

cji. Zdjęcia wykonane przez satelity *Landsat* znalazły bardzo szerokie zastosowanie. Posłużyły przede wszystkim do opracowania map ogólnogeograficznych różnych obszarów Ziemi, jakich dotychczas nie było lub były niedokładne czy też nieaktualne. Wykorzystano je również do szacowania wielkości zbiorów pszenicy u głównych światowych producentów tego zboża. Stosowano je do inwentaryzacji zasobów drewna na olbrzymich obszarach Kanady, USA i Amazonii. Niewątpliwie najszerzej wykorzystali zdjęcia wykonane przez satelity *Landsat* geolodzy, przede wszystkim w poszukiwaniach nowych złóż kopalin i przy opracowaniu nowych map geologicznych.

W połowie lat siedemdziesiątych zdjęcia wykonywane przez satelity *Landsat* zaczęto sprowadzać do Polski. Znalazły one zastosowanie w pracach geologicznych, a także w opracowaniu map użytkowania ziemi, wyznaczaniu zasięgów zanieczyszczeń powietrza emitowanych przez duże zakłady przemysłowe, w badaniach zanieczyszczeń wód przybrzeżnych i jeziornych, określaniu zasięgów wielkich powodzi oraz w sza-

Zdjęcie satelitarne Zatoki Gdańskiej (*Landsat*, maj 1979) wykonane z wysokości 920 km. Roślinność łąk i pól została tu przedstawiona w czerwonym kolorze

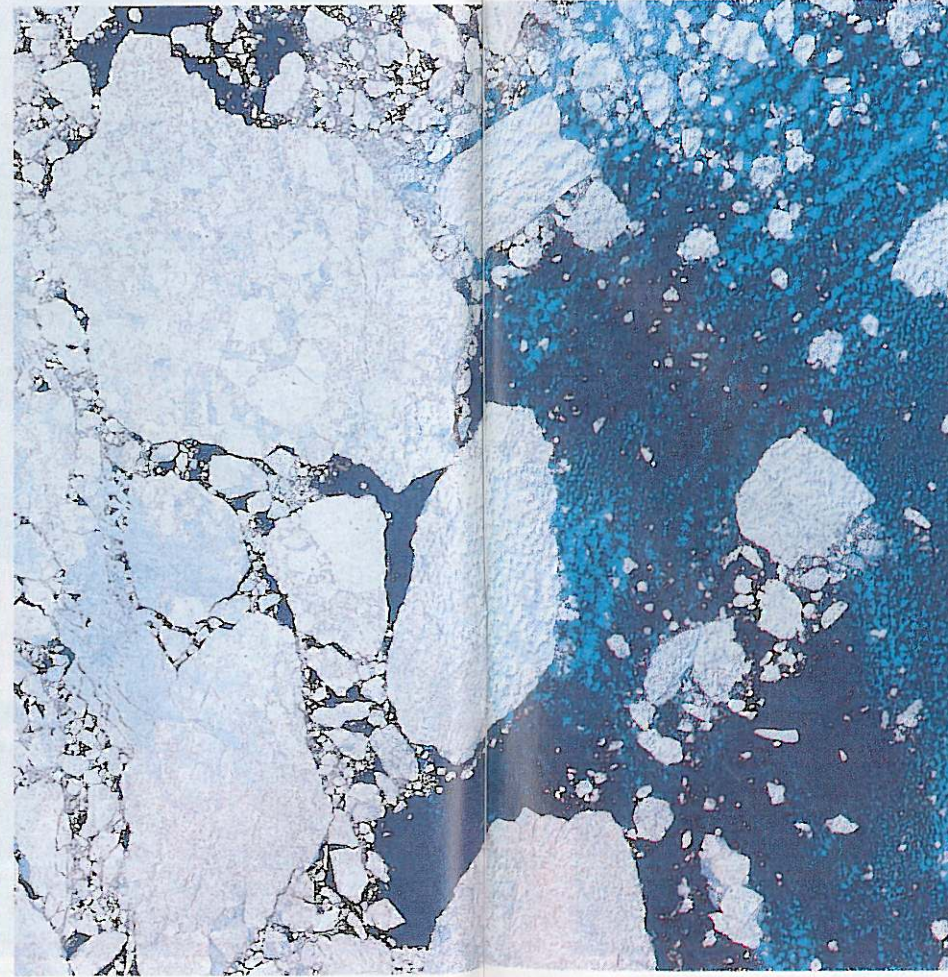


cowaniu szkód w lasach spowodowanych gospodarczą działalnością człowieka.

W dotychczasowym programie Państwowego Urzędu Lotnictwa i Astronautyki USA, dotyczącym zdalnego badania zasobów naturalnych naszej planety, umieszczono na orbitach pięć satelitów serii *Landsat*, z których trzy pierwsze zakończyły już swe misje, natomiast dwa następne, należące do satelitów teletekcyjnych drugiej generacji, krążą w dalszym ciągu po orbitach i przekazują pozyskiwane dane do naziemnych stacji odbiorczych.

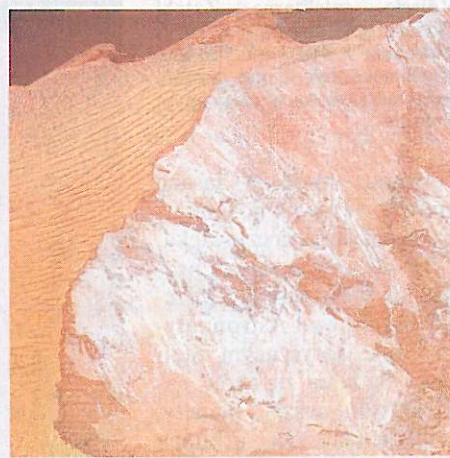
Satelity *Landsat* drugiej generacji różnią się nieco od swych poprzedników. Ich orbity przebiegają na wysokości ponad 200 kilometrów niższej,

na pokładzie zaś mają zainstalowane nowe, udoskonalone urządzenia do wykonywania zdjęć, umożliwiające jednocześnie rejestrowanie obrazu tego samego fragmentu powierzchni Ziemi aż w siedmiu zakresach spektrum, przy zdolności rozdzielczej zdjęć zwiększonej do 30 metrów. Satelity mogą





Warszawa widziana z wysokości 700 km przez satelitę *Landsat 5*



Pustynia Namib w południowo-zachodniej Afryce. *Landsat* pierwszy ujawnia budowę geologiczną tego obszaru

rejestrwać obraz Ziemi także w nocy. Odpowiedni dobór parametrów orbity satelitów *Landsat* sprawia, że co 16 dni, po wykonaniu 233 obrotów, satelita wraca nad ten sam obszar. Tak więc, jeśli warunki atmosferyczne na to pozwalają, co 16 dni można otrzymać nowe zdjęcie tego samego fragmentu terenu. Ma to ogromne znaczenie

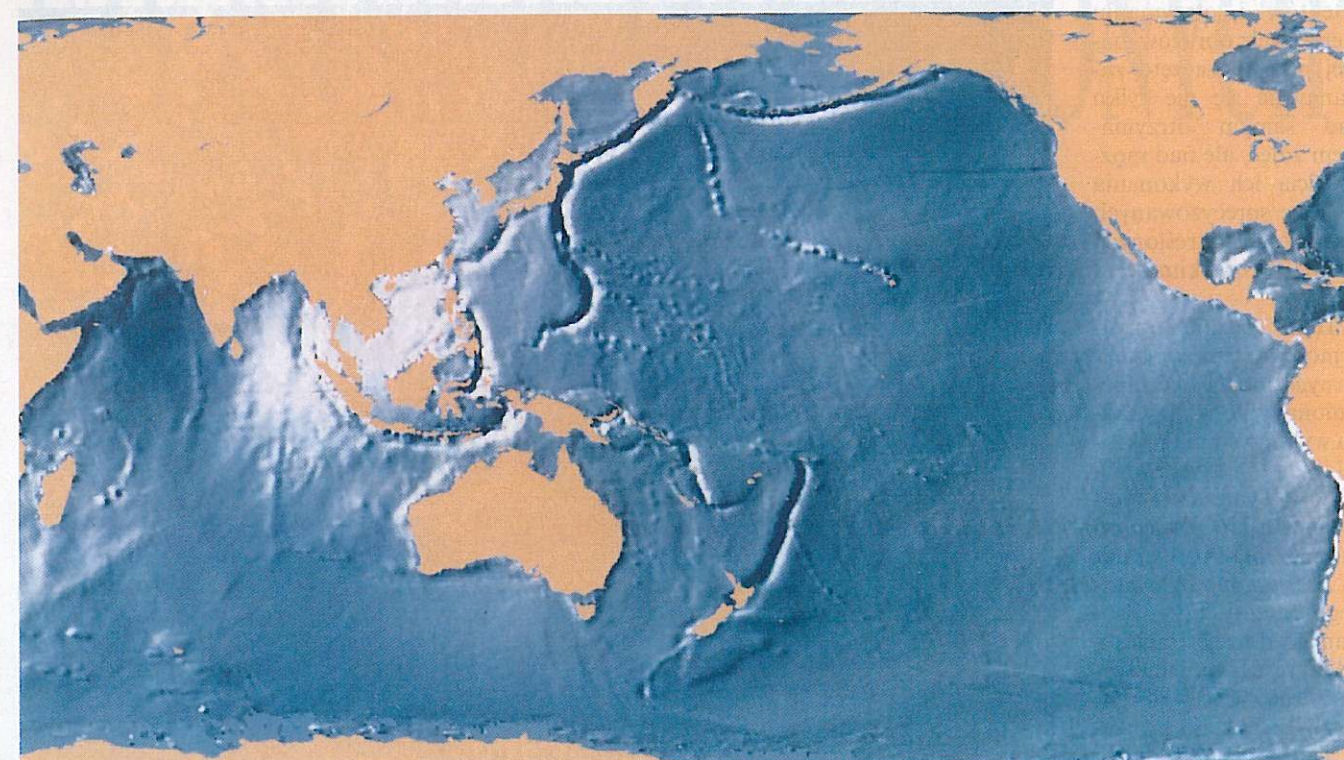
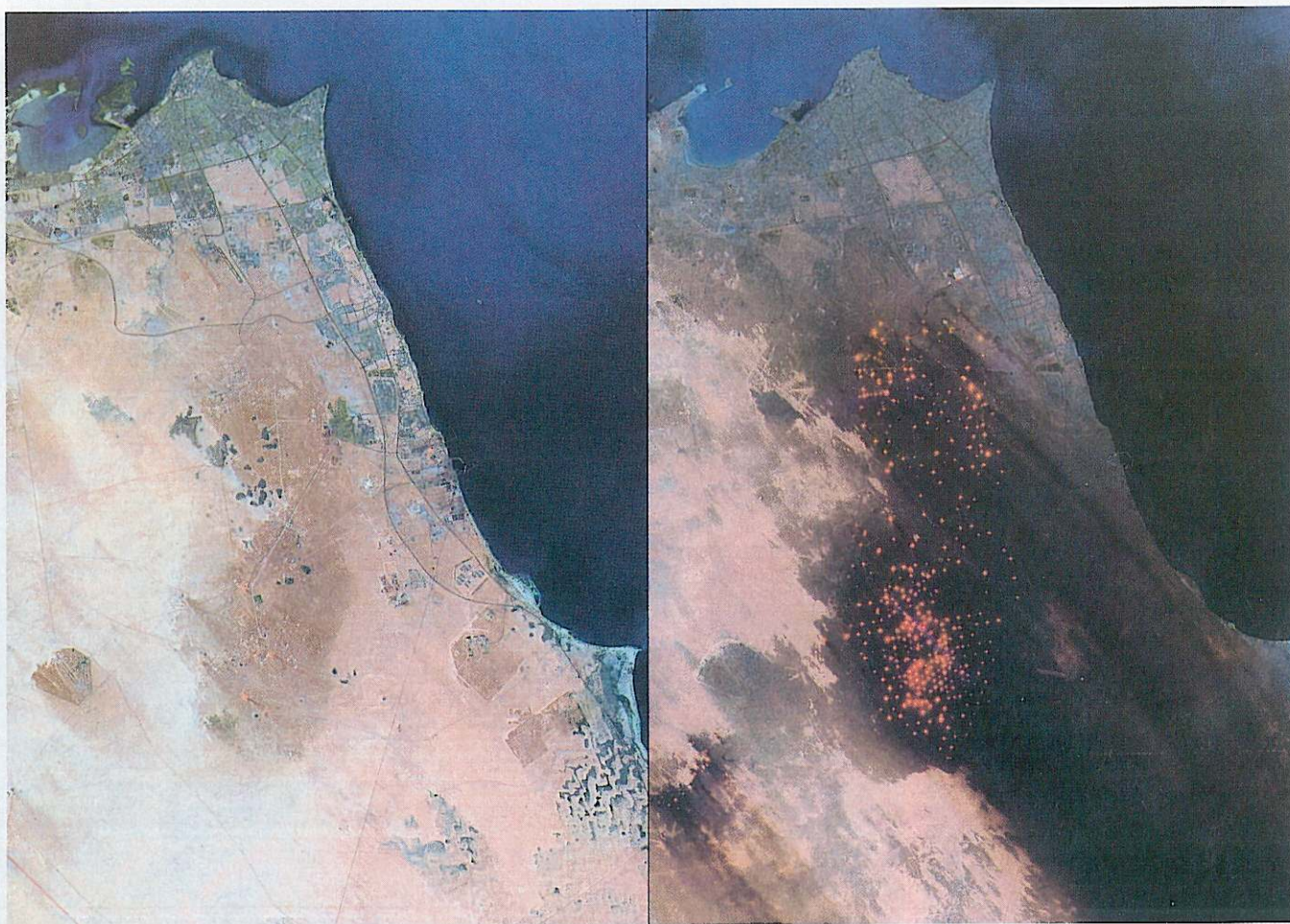
w przypadku analizy dynamiki zjawisk. Kłopot jednak w tym, że bardzo często chmury uniemożliwiają wykonywanie zdjęć w momencie przelotu satelity nad danym terenem.

Połowiczne rozwiązanie tego problemu zaproponowali Francuzi, przysto-

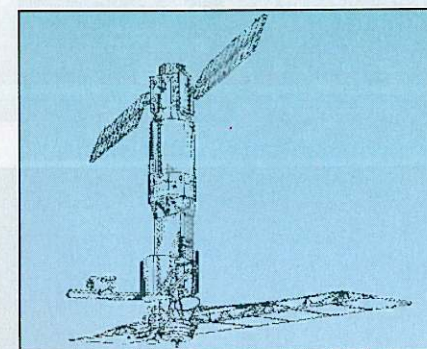
sowując swego satelitę SPOT do wykonywania pionowych oraz skośnych zdjęć Ziemi. W odróżnieniu więc od wszystkich dotychczasowych satelitów SPOT mógł wychylić swoje kamery pod dość znacznym kątem, co pozwoliło mu wybierać do fotografowania obszary położone w pasie około 450 km po obu stronach orbity. W zależności więc od zachmurzenia satelita mógł fotografować obszary, które akurat były odsłonięte. Ta możliwość wpłynęła w znaczny sposób na zwiększenie częstotliwości fotografowania danego obszaru, nie rozwiązując problemu do końca. W dalszym ciągu chmury pozostawały główną przeszkodą w wykonaniu zdjęć.

Zdjęcia wykonywane przez satelitę SPOT charakteryzowały się wyjątkowo wysoką zdolnością rozdzielczą wynoszącą 10 m. Zatem te obiekty, które miały wymiary co najmniej 10 x 10 m i dostatecznie kontrastowały z tłem, były odwzorowane na zdjęciach wykonywanych z ogromnej wysokości przeszło 800 km. Nic więc dziwnego, że znalazły one zastosowanie także w rozpoznaniu wojskowym.

Kuwejt — przed wybuchem wojny i po podpaleniu szybów naftowych przez wojska irackie



Mapa przedstawiająca rzeźbę powierzchni mórz i oceanów jest jednym z najbardziej rewelacyjnych obrazów uzyskanych na podstawie pomiarów wykonanych przez satelitę *Seasat*. Na mapie białym kolorem przedstawione są obszary wód, których poziom jest wyższy w stosunku do otoczenia



Systemy obrazowe satelitów *Landsat* czy SPOT okazały się doskonale do zbierania informacji z powierzchni lądów. Ich przydatność w badaniach wód jest już znacznie mniejsza. Stąd też przez wiele lat prowadzono prace badawcze i konstrukcyjne nad opracowaniem specjalnego satelity przeznaczonego do badań mórz i oceanów. Pierwsi odnieśli sukces Amerykanie, wprowadzając na orbitę, w połowie 1978 roku, satelitę *Seasat*.

Wyposażenie tego satelity znacznie różniło się od wyposażenia innych satelitów teledetekcyjnych. Nie miał on bowiem na swym pokładzie kamer fotograficznych, lecz stosunkowo znacznych rozmiarów antenę wysyłającą i odbierającą odbite od powierzchni Ziemi promieniowanie mikrofalowe. Dla tego promieniowania chmury nie stanowią żadnej przeszkody, tak więc satelita mógł wykonać zdjęcia bez względu na zachmurzenie. Ponieważ satelita sam

wysyłał wiązki promieniowania, nie potrzebował do wykonywania zdjęć oświetlenia słonecznego. Mógł zatem wykonywać zdjęcia także w nocy.

Urządzenia mikrofalowe zainstalowane na pokładzie *Seasata* pozwoliły na zebranie informacji wykorzystanych następnie do oceny wysokości fal na morzach i oceanach, do określania prędkości i kierunków wiatrów, prądów morskich, pomiarów temperatury powierzchni wód, a także do oceny zawartości wody, zarówno w postaci ciekłej jak i gazowej, w atmosferze ziemskiej.

Satelita pracował na orbicie tylko przez około trzy miesiące. Mimo tak krótkiego czasu zebrał wiele informacji zarówno o morzach i oceanach, jak i o lądach. Wśród wielu różnych prac wykonanych na podstawie tych danych niewątpliwie najciekawszą jest mapa przedstawiająca... rzeźbę powierzchni mórz i oceanów. Okazało się bowiem, że wody na powierzchni Ziemi nie mają wszędzie jednakowego poziomu, lecz wykazują deniwelacje dochodzące nawet do kilkuset metrów. Tak na przykład na środkowym Atlantyku istnieje garb wodny, którego wysokość, w stosunku do brzegów Półwyspu Pirenejskiego, wynosi około 200 m. Także i inne zbiorniki wodne wykazują znaczne różnicowanie w urzeźbieniu swej powierz-

chni. Awaria kabli zasilających urządzenia pomiarowe prądem elektrycznym przerwała pracę tego satelity, uchodzącego w końcu lat siedemdziesiątych za najbardziej technologicznie zaawansowane urządzenie pomiarowe.

Swój udział w badaniach Ziemi z wysokości orbitalnych mają także Rosjanie. Kosmonauci radzieccy wykonali wiele zdjęć satelitarnych różnymi technikami oraz przeprowadzili obserwacje wizualne z pokładów satelitów. W ramach jednej z takich misji wykonał wielospektralne zdjęcia południowej Polski Mirosław Hermaszewski. Wielozadaniowe misje prowadzone są z pokładu stacji orbitalnej *Mir*, której jeden z modułów dostosowany jest wyłącznie do zadań teledetekcyjnych.

W ramach lotów satelitów z serii *Kosmos* w programie „Resurs” wykonywane są od ponad dziesięciu lat wysokiej jakości zdjęcia globu ziemskiego, pozyskiwane zarówno metodami fotograficznymi, jak i elektronicznymi.

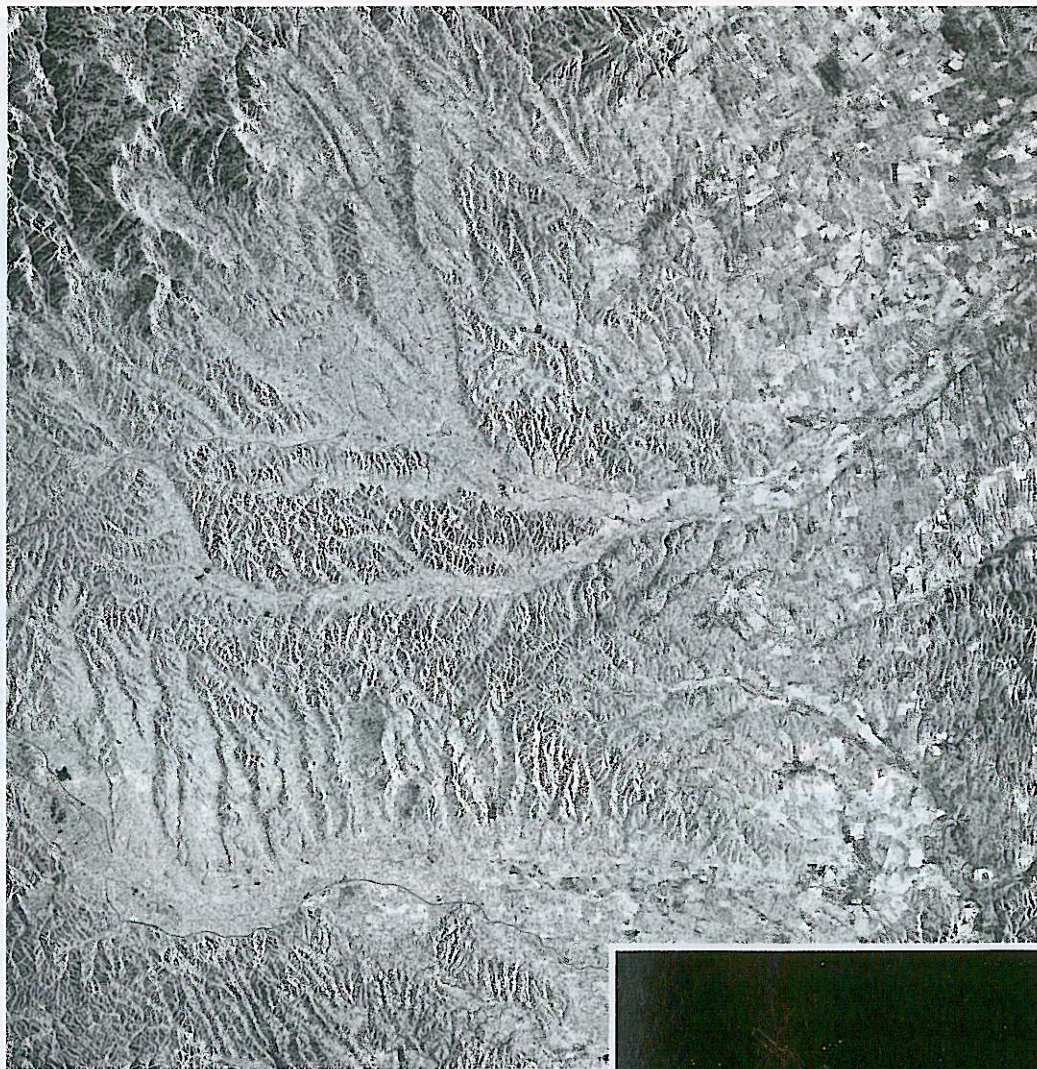
Uzależnienie niemal wszystkich satelitarnych systemów teledetekcyjnych od warunków pogodowych jest poważnym ograniczeniem ich operacyjnego wykorzystania, tak w nauce, jak i w praktyce gospodarczej. Stąd też po trwającej parę lat euforii towarzyszącej umieszczeniu na orbicie wokółziemskiej sztucznych

satelitów i otrzymaniu pierwszych obrazów naszej planety zaczęto zastanawiać się nie tylko nad samym otrzymaniem zdjęć, ale nad możliwością ich wykonania w ściśle sprecyzowanych warunkach, określonych przede wszystkim czasem.

Tego rodzaju operacyjność systemów satelitarnych mogła być zapewniona tylko w przypadku wykorzystania mikrofal do pozyskiwania zdjęć. Tymczasem od dwunastu lat, a więc od zakończenia krótkiej misji *Seasata*, nie było żadnego satelity przystosowanego do rejestracji tego zakresu promieniowania. Prace w tym kierunku były jednak prowadzone w wielu krajach. Po dziesięciu latach przygotowań, w lipcu 1991 roku, został wprowadzony na orbitę pierwszy europejski satelita przeznaczony do badań zasobów naturalnych, oznaczony akronimem ERS 1, wspólne dzieło krajów zachodniej Europy, zrzeszonych w Europejskiej Agencji Kosmicznej.

Na pokładzie tego satelity umieszczono wiele instrumentów pracujących niemal wyłącznie w mikrofalowym zakresie spektrum. Większość z nich zbiera informacje nieobrazowe z powierzchni wód. Są one wykorzystywane, podobnie jak w przypadku *Seasata*, do opracowywania map obrazujących rozkład, prędkość i kierunek wiatrów na morzach i oceanach, wysokości fal, różnic poziomu wody w różnych akwenach. Informacje te mają posłużyć także do analizy zlodzenia wód morskich.

Jedynym urządzeniem wykonującym zdjęcia z pokładu satelity ERS 1 jest radar obrazowy. Zdjęcia wykonywane za pomocą tego urządzenia są w zasadzie czarno-białe i można na nich rozróżnić obiekty wielkości około 20 m. Co kilka dni satelita rejestruje obraz tego samego terenu. Z dwóch lub trzech takich zdjęć można utworzyć zdjęcie barwne. Interpretacja takich zdjęć jest znacznie trudniejsza niż wykonywanych w widmie widzialnym czy w pod-



Zdjęcie pogranicza Austrii, Węgier i Jugosławii wykonane przez satelitę ERS 1 w promieniowaniu mikrofalowym



czewieni. Tak na przykład w omawianym przypadku zdjęć kolorowych barwa nie jest informacją o samym obiekcie, lecz o zmianach jego stanu.

Od początku ery satelitarnej człowiek umieścił na orbitach prawie 50 satelitów zbierających informacje o globie ziemskim na użytek nauki i gospodarki. Z przestrzeni kosmicznej płynie więc w dzień i w nocy nieprzerwany strumień danych o obiektach, zjawiskach i procesach zachodzących na powierzchni Ziemi.

Mimo trwania licznych misji satelitarnych i dostarczania na powierzchnię Ziemi coraz większych ilości informacji (warto wspomnieć, że na przykład satelita ERS 1 przekazuje na Ziemię co sekundę tyle informacji, że do ich zapisania trzeba by użyć 5600 stron maszynopisu), w laboratoriach naukowców i pracowniach konstrukcyjnych trwają w dalszym ciągu prace nad zbudowa-

niem nowych satelitów. Projektuje się coraz doskonalsze urządzenia, umożliwiające wykonywanie zdjęć w różnych zakresach widma, z coraz większą rozdzielczością, bez względu na warunki atmosferyczne i porę dnia. Jeszcze przed końcem tego stulecia planuje się umieszczenie na orbicie tak zwanych platform biegunowych, czyli wielkich satelitów wyposażonych w wiele różnorodnych urządzeń, przeznaczonych do stałej obserwacji naszego globu.

Andrzej Ciołkosz

Prof. dr hab. ANDRZEJ CIOŁKOSZ pracuje w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie. Jest dyrektorem Ośrodka Teledetekcji i Informacji Przestrzennej OPOLIS.

CZY ISTNIEJE ETOS UCZONYCH?

STEFAN
AMSTERDAMSKI



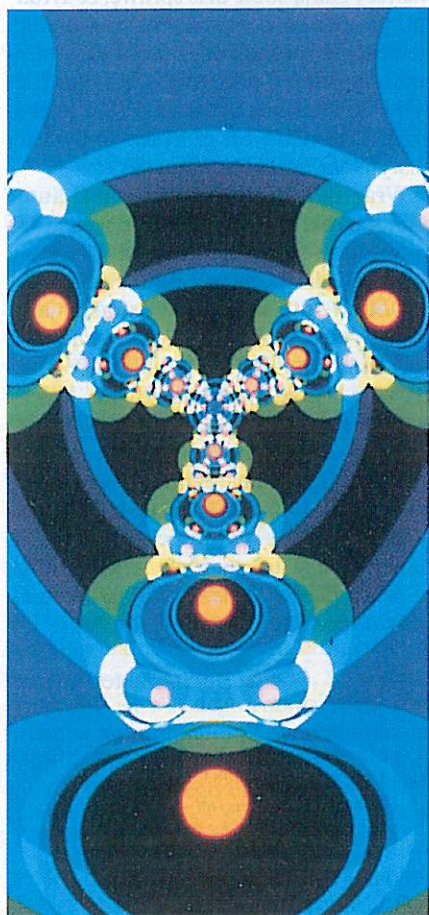
Na początek — teza banalna. Przez etykę zawodową jakiegokolwiek grupy społecznej rozumie się zazwyczaj pewien zespół norm służących realizacji wartości-celów, którym podporządkowana jest lub ma być działalność owej grupy czy też danej instytucji społecznej. Sformułowanie to jest dostatecznie szerokie, by dotyczyło etyki zawodowej zarówno uczonych, lekarzy, jak i, powiedzmy, zawodowych kasarzy. Różne są oczywiście każdorazowo cele.

Tradycyjnie przyjmowało się, za Robertem Mertonem, iż o etosie uczonych stanowią takie normy, jak:

- bezinteresowne szukanie prawdy;
- podawanie do publicznej wiadomości własnych wyników w celu umożliwienia ich wykorzystania w dalszych badaniach oraz kontroli przez innych (a więc wiedza naukowa nie może podlegać ani tajemnicy, ani patentowaniu czy licencjonowaniu);
- uznanie, że wartość twierdzeń naukowych nie zależy ani od miejsca i czasu ich sformułowania, ani od ich autorstwa;
- wreszcie, zorganizowany sceptycyzm wobec uzyskiwanych wyników, to jest podawanie do publicznej wiadomości wszystkich zastrzeżeń wobec publikowanych prac w celu możliwie najszybszej eliminacji błędów.

Normy te mają charakter ogólny i podlegają uszczegółowieniu przy analizie rozmaitej działalności uczonych: badań, kształcenia, krytyki naukowej itd. Realizacja tych norm wewnątrz społeczności uczonych sprzyja rozwojowi wiedzy, a naruszanie ich grozi patologią systemu. Warto wszakże zauważyć, że to sformułowanie ma sens dopóty,

Matematyka, synonim logiki i przewidywalności, wydawała się zawsze przeciwieństwem sztuki, która, jeśli prawdziwa, musi zawierać pewną dozę zaskoczenia i przypadku. Chaos deterministyczny, niestabilność tkwiąca w prostych formułach, nowoczesna grafika komputerowa może dziś przekształcić w obrazy. Czy to jest sztuka? Niektórzy sądzą, że tak



JACEK TURNAU

CHAOS

Dwadzieścia lat temu badaniem zjawisk chaotycznych w przyrodzie zajmowali się poszczególni i nie znający się nawzajem uczeni-indywidualiści. Matematyk z Berkeley, biolog z Princeton, nie znany nikomu meteorolog z MIT, fizyk teoretyk z Paryża... Dziś nikt już nie liczy przeglądów naukowych i światowych konferencji poświęconych chaosowi. Chaos jest w modzie. Entuzjaści nowej nauki posuwają się do określenia jej mianem rewolucji intelektualnej XX wieku, trzeciej po teorii względności i mechanice kwantowej.

Zapewne jest w tym duża doza przesady. Teoria chaosu reprezentuje jed-

nak coś znacznie więcej niż modny kierunek badań naukowych. W pewnym stopniu zmienia koncepcję świata i praw natury odziedziczoną po Newtonie i Einsteinie. Zmienia też relacje pomiędzy fizyką i pozostałą częścią nauki. Fizyka teoretyczna, zajmująca się obiektami bądź to na skalę kosmiczną, bądź na skalę atomową, od dawna utraciła kontakt z naszym intuicyjnym wyobrażeniem świata, oddalając się niebezpiecznie od głównego nurtu kultury. Kto wie, może powróci do niego poprzez teorię chaosu, która opisuje świat taki, jaki widzimy i dotykamy, która dotyczy obiektów i zjawisk na skalę ludzką.

W roku 1960 komputer Cam-pay Royal McBea, którego pamięć i szybkość operacji dziś można porównać chyba tylko z elektronicznym sterowaniem skomplikowanej pralki-suszarki, zajmował większą część biura Edwarda Lorenza z Massachusetts Institute of Technology. Dysponując tego rodzaju urządzeniem nie można było nawet marzyć o realistycznym symulowaniu układów atmosfera-ocean. A jednak miniaturowe „meteo”, które Lorenz zainstalował na swej maszynie, dostarczało co minutę rozwiązań, podając temperaturę i kierunek wiatru. Numeryczne cyklony rozwijały się powoli na wyidealizowanym globie. Jednocześnie zdumiewał całkowity brak okresowości w tym miniaturowym układzie — nic nie powtarzało się dwa razy dokładnie w ten sam sposób.

Zimą roku 1961 zdarzyło się jednak coś, co Lorenz mógłby nazwać swoją kąpielą Archimedesesa. Chcąc zbadać swe prognozy „meteo” w ciągu dłuższego czasu, poszedł na skróty. Zamiast powtarzać rachunki od początku, wprowadził do komputera jako warunki początkowe liczby odpowiadające jednemu ze swych „komunikatów meteo”. Kiedy wrócił w godzinę później, zobaczył coś bardzo nieoczekiwanego, coś, co miało w przyszłości dać początek nowej nauce. Ponowne wykonanie programu powinno było odtworzyć dokładnie poprzednie rezultaty, poczynając od miejsca, w którym „komunikat pogody” stał się „warunkiem początkowym” dla programu komputera. Lorenz sam przecież wprowadził liczby, program był ten sam, komputer też. Tymczasem, patrząc na wydruk, zdumiony meteorolog widział, jak jego przewidywania dla tego tak przecież prostego układu rozbiegają się gwałtownie w stosunku do poprzednich rezultatów. W ciągu kilku komputerowych miesięcy jakiegokolwiek podobieństwa zanikły zupełnie.

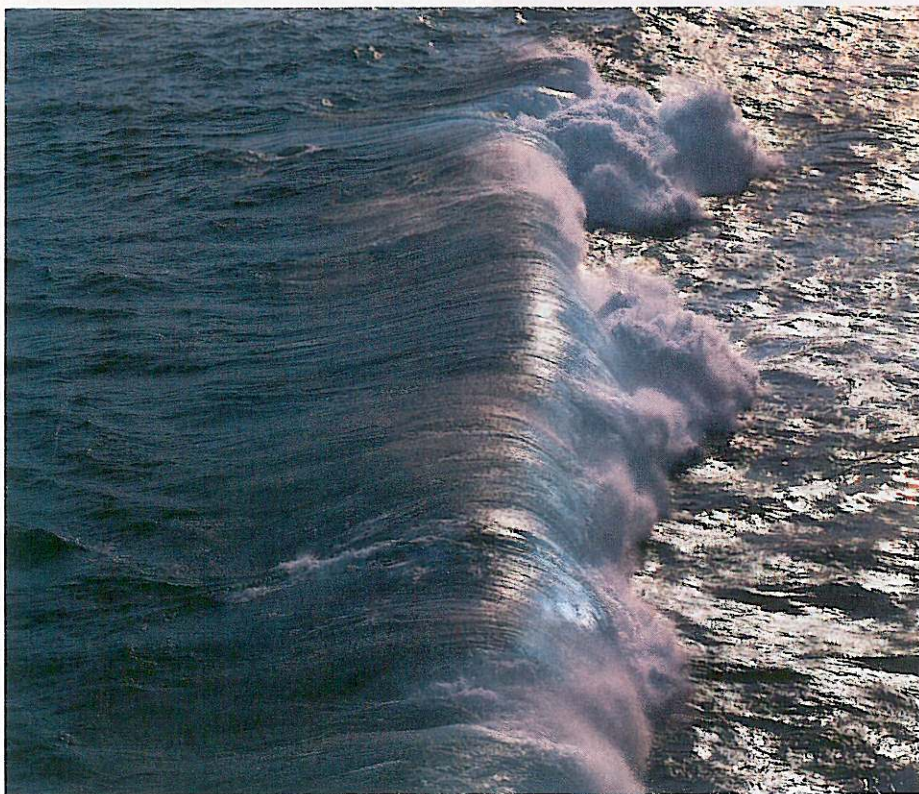
Pierwszą jego reakcją była myśl, że zepsuł się komputer. Ale nie, wszystko dobrze działało. Nagle zrozumiał: przecież wprowadzone do maszyny warunki początkowe nie były dokładnie jednym z wcześniejszych rezultatów, dokładność maszyny była większa niż liczby, które wprowadził do niej ręcznie. Zamiast 0,28873841... wpisał tylko 0,2887, pomijając dalszych 15 miejsc dziesiętnych. Wprowadził liczby zaokrąglone przypuszczając, że różnica na piątym miejscu po przecinku jest bez znaczenia. Wychodząc z punktu minimalnie tylko różniącego się od poprzedniego, oczekivalibyśmy ewolucji tylko trochę innej,

ale zawsze podobnej. Czy sądzilibyśmy, że czyjeś dmuchnięcie może spowodować zmiany zachowania atmosfery na dużą skalę? Tymczasem w układzie równań Lorenza małe błędy numeryczne na początku ewolucji okazały się katastrofalne.

Jak wiadomo, kąpiel nie jest uniwersalną receptą na odkrycie prawa Archimedesesa. Lorenz jednak miał intuicję matematyczną, co jego koledzy zrozumieli znacznie później. Jego model dość powierzerzownie naśladował prawdziwą atmosferę, ale miał w swoim zachowaniu coś tak koślawego z punktu widzenia tradycyjnej filozofii nauk ścisłych, że Lorenz nabrał głębokiego przekonania, iż uchwycił przypadkiem prawdziwą naturę ziemskiej atmosfery. Tego dnia wiedział już, że długoterminowe przewidywania meteorologiczne są skazane na niepowodzenie — z powodów fundamentalnych.

A by dobrze zrozumieć kapitalne znaczenie odkrycia Lorenza, cofnijmy się o trzysta lat, do początku fizyki teoretycznej. Z filozoficznego punktu widzenia odkrycie Newtona polegało na zrozumieniu właściwej natury praw fizycznych. Od czasów *Principia mathematica...* fizyk rozumował według schematu: „Oto warunki początkowe, oto prawo zmian — co stanie się w przyszłości?”. Prawa natury to równania ruchu, czyli reguły określające lokalne zmiany wielkości fizycznych, takich jak prędkość, położenie, natężenie pola magnetycznego itp. Oddzielenie praw natury od warunków początkowych układu fizycznego było rewolucją intelektualną, która umożliwiła fizyce teoretycznej gwałtowny rozwój, doprowadzając ją w ciągu trzech stuleci na próg zrozumienia struktury materii i Wszechświata. Przewidywanie polegało na rozwiązywaniu równań ruchu przy zadanych warunkach początkowych. Rozwiązania te mogły być czasem bardzo złożone, lecz same prawa natury — te były proste. Nauka była platońska, jak Platon wyróżniała formy matematyczne obdarzone czystością, prostotą, pięknem. Te właśnie przymioty były często w rozwoju fizyki teoretycznej niścią przewodnią w odnajdywaniu nowych praw.

Oszalamiający sukces teorii grawitacji i dynamiki Newtona przy opisie zjawisk kosmicznych i odpowiednio wybranych układów mechanicznych stał się przyczyną powstania nowej filozofii przyrody: determinizmu. W sto lat po Newtonie fizyka była królową nauk i nie widziała przed sobą żadnych fundamentalnych ograniczeń poznaw-



Znajomość praw elementarnych nie jest wystarczająca dla zrozumienia i opisanie skomplikowanych zjawisk, które stanowią tkankę naszej codziennej rzeczywistości

subtelna własność, prowadzi nas, według Maxwella, do „przesądu na korzyść determinizmu”. Oto dalszy ciąg jego uwag:

„Wiele możemy zrozumieć rozpatrując stabilność i niestabilność. Kiedy rzeczy mają się tak, że nieskończenie mała zmiana obecnego stanu prowadzi do nieskończenie małej zmiany w przyszłości, stan układu uważamy za stabilny; jeśli jednak nieskończenie mała zmiana obecnego stanu może dać skończoną zmianę, to układ uznamy za niestabilny. Jest oczywiste, że istnienie niestabilnych warunków czyni przewidywanie przyszłych zdarzeń niemożliwym, jeżeli nasza znajomość stanu aktualnego jest tylko przybliżona, a nie dokładna”.

Rozwiązywanie ulubionych przez nauczycieli zadań na temat zderzeń kul sprężystych ma dwa cele: zanudzić

czych. Oto znamienne słowa Pierre'a Laplace'a: „Możemy uważać obecny stan wszechświata za efekt jego przeszłości i przyczynę jego przyszłości. Rozum, który znałby w danym momencie wszystkie siły ożywiające naturę i pozycje wszystkich jej obiektów, gdyby ten rozum był wystarczająco duży, by poddać te dane analizie i zebrać w jedną formułę ruchy wszystkich ciał, od tych największych w kosmosie po najbliższe atomy, ten rozum nie znalazłby niepewności, a swą przeszłość i przyszłość miałby przed oczyma”.

Czyż można się więc dziwić, że światu nauki i szerokiej publiczności wydawało się, iż fizycy mają coś do powiedzenia na temat wolnej woli? W lutym 1873 roku James Clerk Maxwell wygłosił referat na temat pozornego konfliktu między wolną wolą a deterministycznym charakterem nauki. Miał oczywiście niewiele do powiedzenia o samej wolnej woli, natomiast poczynił głębokie uwagi na temat naiwnego pojmowania deterministycznego charakteru fizyki Newtonowskiej. Fizyka — argumentował — którą szeroka publiczność zna z podręczników i publikacji popularnych, koncentruje swoją uwagę na tych zjawiskach, które umacniają nasze przekonanie, że Wszechświat działa jak zegarek. Przykłady te mają bardzo specjalną własność polegającą na tym, że mała zmiana warunków początkowych wywołujących ruch powoduje tylko małe zmiany w stanach końcowych. Fałszywy pogląd, że wszystkie ruchy mają tę

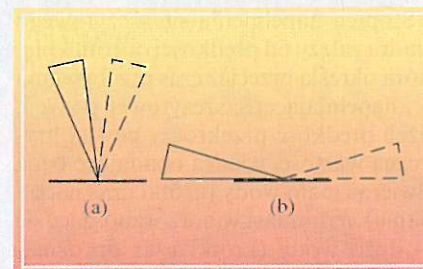
Atmosfera ziemna jest najprawdopodobniej układem chaotycznym, niestabilnym, nie znaczy to jednak, że jest całkowicie „nieobliczalna”. Umiemy dziś już dobrze określić pewne globalne cechy klimatu — saharyjskie wydmy na pewno nie pokryją się śniegiem. Mając do dyspozycji pomiary ciśnienia, wilgotności i temperatury możemy próbować przewidywać pogodę na pewien niezbyt długi okres — czasem to się nawet udaje. Nikt jednak nie potrafi przewidzieć siły huraganu ani określić portu, który może on zniszczyć, gdy nadejdzie



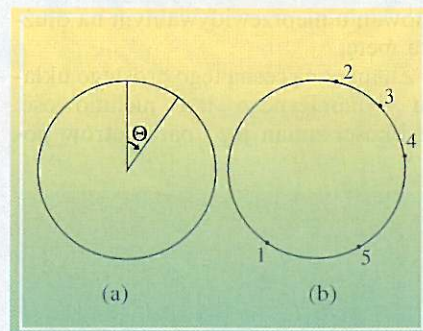
uczniów na śmierć i wpoić w nich przekonanie, że nie ma nic bardziej przewidywalnego niż ruch kul na stole białym. Współczesny Newtonowi Leibniz użył tych właśnie zderzeń dla ilustracji swego deterministycznego credo: „Każda przyczyna ma swój specyficzny skutek... Jeśli, dla przykładu, jedna kula spotyka drugą kulę w pustej przestrzeni, jeżeli ich rozmiary, ich drogi i kierunki przed zderzeniem są znane, możemy przewidzieć i wyliczyć jak się od siebie odbiją i jaki wezmą kurs. Widzimy zatem, że wszystko potem przebiega matematycznie, to jest — w sposób nieunikniony w całym szerokim świecie, tak, że gdyby ktoś miał wystarczający wgląd w mechanizmy zdarzeń, a co więcej, miał pamięć i inteligencję wystarczającą do rozpatrzenia i uwzględnienia wszystkich okoliczności, byłby prorokiem i widziałby przyszłość w teraźniejszości — jak w lustrze...”.

Jednak z doświadczenia wiemy, jak katastrofalne rezultaty powoduje najmniejsza nawet niedokładność ułożenia kija. Zapomnijmy o oporach powietrza i tarcu jako nieistotnej komplikacji. Przypuśćmy, że stan początkowy układu kul na stole wyznaczaliśmy, powiedzmy, z dokładnością do rozmiarów pojedynczego atomu. Choć trudno w to uwierzyć, ale wystarczy kilkadziesiąt zderzeń z innymi kulami i brzegami stołu, by początkowa nieokreśloność położeń została zwielokrotniona do wymiarów całego stołu bilardowego. Innymi słowy, nie możemy przewidzieć pozycji kul dalej niż na tych kilkadziesiąt zderzeń w przyszłość. Ryciny 1 i 2 przedstawiają proste przykłady układów niestabilnych względem warunków początkowych.

Istnienie w miarę prostych układów niestabilnych nie uszło oczywiście uwagi fizyków takich jak Maxwell czy Poincaré, jednak nie przypisywano im większego znaczenia z powodów, można by rzec, ideologicznych. Bez

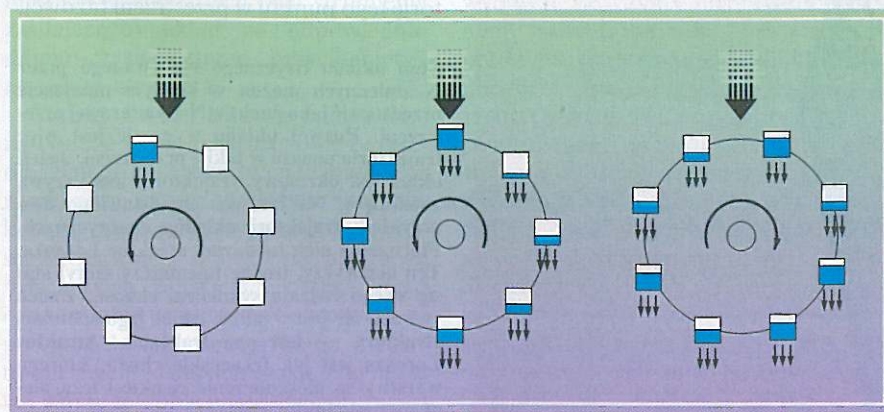


Ryc. 1. Nieskończenie mała różnica stanu początkowego klina postawionego ostrym końcem na stole prowadzi do całkowicie różnych stanów końcowych. Jest to charakterystyczna cecha układów znajdujących się w pobliżu stanu równowagi niestabilnej



Ryc. 2. Punkt porusza się po okręgu według następującego algorytmu: nowa pozycja odpowiada podwojonej wartości kąta θ poprzedniej pozycji lub, jeżeli 2θ jest większe niż 360° — reszcie z dzielenia przez 360° . Wychodząc z wartości $\theta = 31^\circ$ otrzymamy kolejne położenia: $62^\circ, 124^\circ, 248^\circ, 136^\circ$... Nieokreśloność położenia początkowego, $\Delta\theta$, podwaja się w każdym ruchu, wynosi zatem $2^n \Delta\theta$ po n ruchach. Jeżeli położenie początkowe wyznaczymy z precyzją odpowiadającą rozmiarom pojedynczego atomu, to i tak już po 38 ruchach nieokreśloność położenia przekroczy 360°

wątpienia jedną z głównych i najdawniejszych motywacji badań naukowych jest pragnienie dostrzeżenia porządku świata. Biblia opisuje akt kreacji świata jako porządek zaprowadzony przez Boga wśród pierwotnego chaosu. Pierwsi astronomowie poszukiwali prawideł pozornie bezładnego ruchu ciał niebieskich, starożytni filozofowie greccy przy-



pisywali wszechświatowi regularności geometryczne... Od czasów Platona nauka była redukcjonistyczna: opierała się na fundamentalnym założeniu, że aby zrozumieć świat, trzeba wnikać coraz to głębiej w jego strukturę, izolować coraz to bardziej podstawowe elementy. Te „obiekty w stanie czystym” można zrozumieć i opisać wychodząc z zasad symetrii oraz matematycznego piękna i prostoty. Reszta polega już tylko na ułożeniu „jig-saw puzzle”.

Powstająca teoria chaosu podważyła powszechnie uznaną tezę, że proste układy zachowują się w sposób nieskomplikowany, natomiast skomplikowane zachowanie układu może być tylko wynikiem skomplikowanych przyczyn. Naczylnie z gazem zawierające 10^{23} cząsteczek jest układem skomplikowanym i nie dziwi nas, że jego opis możliwy jest tylko poprzez wielkości średniujące po zbiorze, tj. ciśnienie i temperaturę. Jeżeli jednak do opisu układu wystarcza kilka zmiennych, to spodziewamy się, że tradycyjne podejście — od równań ruchu do rozwiązań — powinno się udać. I oto dowiadujemy się, że nie, że częste są sytuacje, w których nie da się przewidzieć na dłuższą metę zachowania prostego układu elektronicznego czy mechanicznego. Przy czym nie chodzi tu o jakieś specjalnie wymyślone, patologiczne sytuacje fizyczne. Wystarczy, by oddziaływanie elementów układu miało charakter nieliniowy i by rozpraszał on energię.

W ciągu trzystu lat swego rozwoju fizyka teoretyczna starannie unikała takich sytuacji, mimo że to właśnie one stanowią tkankę naszej codziennej rzeczywistości. Płynąca spokojnie woda w pobliżu przeszkody zmienia się w pełną wirów kipieli. Nieregularne formy łamią granicę między topiącym się lodem a wodą. Popatrzmy, jak zachowuje się flaga łopocąca na wietrze. Z papierosa wznosi się smużka dymu, na początku idealnie równa, dopiero po kilkunastu centymetrach, kiedy cząsteczki dymu osiągną prędkość krytyczną, ruch laminarny przekształca się w chaotyczne zawirowania. Woda wypływa z kurka równomiernym strumieniem dopóty, dopóki go zanadto nie odkręcimy. Zrozumienie praw rządzących chaosem stało się możliwe dzięki analizie prostych

Ryc. 3. Koło hydrauliczne Lorenza. Koło, którego obręczą zawieszono dziurawe wiadra, zasilane jest od góry strumieniem wody. Mimo pozornej prostoty, urządzenie może wykazywać bardzo skomplikowane, chaotyczne zachowanie z powodu nieliniowych sprzężeń między jego parametrami: moment obrotowy i moment bezwładności są zmienne, a szybkość ich zmian zależy od prędkości kątowej koła

dynamicznych układów niestabilnych i wymagało zaangażowania nowej, nieznanego jeszcze trzydzieści lat temu matematyki **obiektów fraktalnych**.

Rycina 3 przedstawia koło hydrauliczne. To na pozór trywialne urządzenie mechaniczne może się zachowywać w sposób zadziwiająco skomplikowany. Na obwodzie koła umieszczone są dziurawe wiadra, a woda płynąca nieprzerwanym strumieniem nalewa się do tego, które znajduje się akurat w pozycji szczytowej. Jeżeli strumień zasilający jest zbyt słaby, woda nigdy nie będzie w stanie wypełnić wiadra na tyle, by przezwyciężyć siły tarcia. Zwiększanie strumienia wprawia koło początkowo w wolny, następnie w coraz szybszy obrót, a potem zaczynają się dziać rzeczy dziwne i ciekawe.

Stopień napełnienia się szczytowego wiadra zależy od prędkości obrotu koła, która określa przecież czas przebywania w „napełniającej”, szczytowej pozycji. Jeżeli prędkość przekroczy pewną krytyczną wartość, wiadra opadające będą zawierać mało wody (krótki czas napełniania), natomiast wiadra wznoszące się — dużo wody (krótki czas opróżniania), i zmieni się kierunek obrotu. Myliłby się jednak ten, kto sądzi, że koło popadnie w równomierne oscylacje, że uda się dostrzec jakkolwiek regularność jego ruchu. Nasze koło polewane dostatecznie silnym strumieniem wody jest układem chaotycznym, o zachowaniu nieprzewidywalnym na dłuższą metę.

Znamienną cechą tego prostego układu dynamicznego jest nieliniowość: szybkości zmian jego parametrów po-

wiązane są ze sobą relacjami bardziej skomplikowanymi niż prosta proporcjonalność. Wprawdzie zmiana prędkości kątowej i moment obrotowy koła są proporcjonalne, jednakże zarówno współczynnik proporcjonalności (moment bezwładności koła), jak i sam moment obrotowy, których zmiany powodowane są przybytkiem i ubytkiem wody w dziurawych wiadrach, zależą w skomplikowany sposób od prędkości kątowej koła.

Nasz wybór przykładu „prostego układu o skomplikowanym zachowaniu” nie jest przypadkowy. W istocie jest to niemal dokładny mechaniczny ekwiwalent sławnego dziś chaotycznego systemu Lorenza. Lorenz, pragnąc dotrzeć do źródeł niepojętego zachowania swej komputerowej atmosfery, zredukował oryginalny układ siedmiu równań do trzech. Nie miało to już wiele wspólnego z meteorologią, pozostał jednak po niej ślad: zjawisko konwekcji. Powietrze ogrzewa się od nagrzanej słońcem ziemi, wznosi i — schłodzone po drodze w górnych warstwach atmosfery — na powrót opada. To bardzo skomplikowany proces, którego miniaturową replikę możemy obserwować w filiżance gorącej kawy, dodając do niej śmietankę. Zredukowany układ równań Lorenza nie opisuje wszystkich jego zawiłości, lecz analogia jest dość oczywista. Strumień wody napełniająca wiadra dostarcza układowi energii tak, jak atmosferze — Słońce. Powietrze schładza się — dziurawe wiadra tracą wodę. Zachowanie układu określa wielkość strumienia dostarczanej energii.

Do całkowitego opisanego tego układu wystarczy podanie trzech wielkości, które w geometrycznym ujęciu reprezentują punkt w pewnej trójwymiarowej przestrzeni, zwanej przestrzenią fazową. Pozwala to na wizualizację ewolucji układu: zamiast szeregu liczb, wartości zmiennych w kolejnych momentach czasu, rysujemy po prostu trajektorię tego punktu w przestrzeni fazowej.

Stan układu fizycznego opisywanego przez N zmiennych można w każdym momencie przedstawić jako punkt w N -wymiarowej przestrzeni. Rozwój układu w czasie jest więc trajektorią punktu w takiej przestrzeni. Jeżeli układ jest okresowy, trajektoria jest krzywą zamkniętą. Na rysunku przedstawiono dwa przykłady trajektorii układów chaotycznych. Pierwszy z nich to sławny atraktor Lorenza. Ten niezwykle, trochę tajemniczy motyl stał się swego rodzaju symbolem chaosu. Żaden rysunek nie jest w stanie oddać jego subtelnej struktury — jest ona fraktalna. Atraktor Lorenza jest jak francuskie ciasto, którego warstwy są nieskończenie cienkie i leżą nieskończenie blisko siebie



Spróbujmy prześledzić w ten sposób zachowanie naszego koła hydraulicznego. Górna ilustracja na stronie obok przedstawia jego trajektorię: dwie bliźniacze, odwrotnie zwinięte spirale z subtelną siecią połączeń. Układ porusza się po jednej z nich, wykonuje pewną liczbę obrotów, po czym nieoczekiwanie przeskakuje na drugą stronę, znowu robi kilka okrążeń, znów powraca itd. Krzywa, którą mamy tu przed oczami, nazywa się **atraktorem dynamiki** układu. Jakikolwiek by były warunki początkowe, to zawsze przy zadanych parametrach zewnętrznych (siła strumienia zasilającego) układ po odpowiednio długim czasie zostanie „przyciągnięty” na orbitę atraktora.

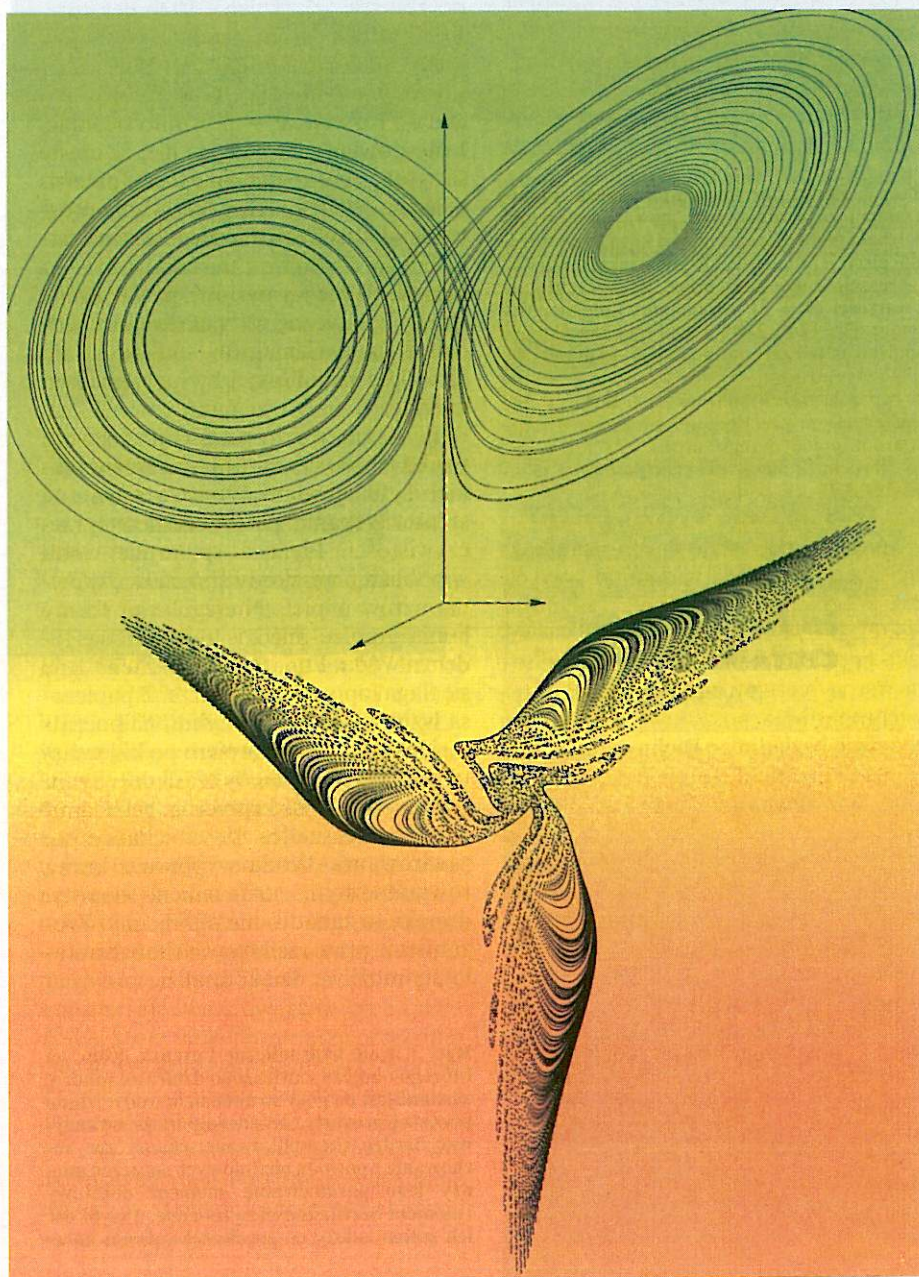
Chaotyczność ruchu nie polega więc na tym, że układ poruszając się bezładnie wypełni całą przestrzeń fazową, lecz raczej na nieprawdopodobnie skomplikowanym sposobie wypełnienia objętości skończonej. Trajektorja nie może być krzywą zamkniętą, pętlą, bo to oznaczałoby, że układ jest okresowy, że powraca do tego samego stanu w równomiernych odstępach czasu. Nie może też sama ze sobą przecinać się, bo to

oznaczałoby, że równania ruchu i warunki początkowe nie określają jej jednoznacznie. Przestrzeń, którą wypełnia atraktor Lorenza, jest czymś doprawdy bardzo tajemniczym. Z jednej strony ma własności powierzchni, ponieważ jej objętość wynosi zero! Z drugiej — nie może być taką sobie zwykłą powierzchnią jak stożek lub kula, ponieważ w tym wypadku trajektorja musiałaby się sama ze sobą przecinać.

W czasie gdy teoria fraktali Mandelbrota nie była jeszcze „zadomowiona” na rynku naukowym, atraktor Lorenza wydawał się czymś nieprawdopodobnym. Sam Lorenz w swej pierwszej pracy na ten temat określił go jako „pozorną sprzeczność”. „Wydaje się rzeczą bardzo trudną połączyć te dwie powierzchnie, na których leżą spirale, w taki sposób, by trajektorie nigdzie się nie przecinały” — pisał. Ale wyjaśnienie znalazł, choć było ono zbyt subtelne, by je poprzeć rezultatem numerycznym. Skoro spirale wydają się być połączone, jedyny sposób, aby zapobiec przecinaniu się trajektorii, to rozdzielić powierzchnie na rozłączne warstwy, na wzór ciasta francuskiego. „Widzimy, że każda po-

wierzchnia zawiera w istocie dwie powierzchnie tak, że w miejscu, gdzie się łączą, mamy cztery powierzchnie. Powtarzając ten proces widzimy, że mamy naprawdę osiem powierzchni, szesnaście powierzchni itd... W ostatecznym rezultacie mamy więc nieskończoną ilość powierzchni położonych nieskończenie blisko siebie...”. Lorenz, pisząc te słowa w roku 1963, stał się odkrywcą obiektu fraktalnego, posłużył się matematyką, której „oficjalnie” jeszcze nie było.

Słowo „fractal” (fraktalny)¹ jest terminem wprowadzonym przez Benoisa Mandelbrota w celu opisanego obiektów, kształtów lub zjawisk nie mających charakterystycznej skali, do których w potocznym myśleniu ani też tradycyjnej nauce nie jesteśmy przyzwyczajeni. Jeżeli obiekt ma charakterystyczną długość, skalę, to wygładzenie wszystkich chropowatości mniejszych niż ta skala nie zmienia zasadniczo jego własności, pozostanie rozpoznawalny jako taki. Rysując sylwetkę człowieka możemy pominąć szczegóły twarzy, rąk i nóg. Dopiero gdy głowa zleje się z tułowiem, sylwetka ztraci swój czło-

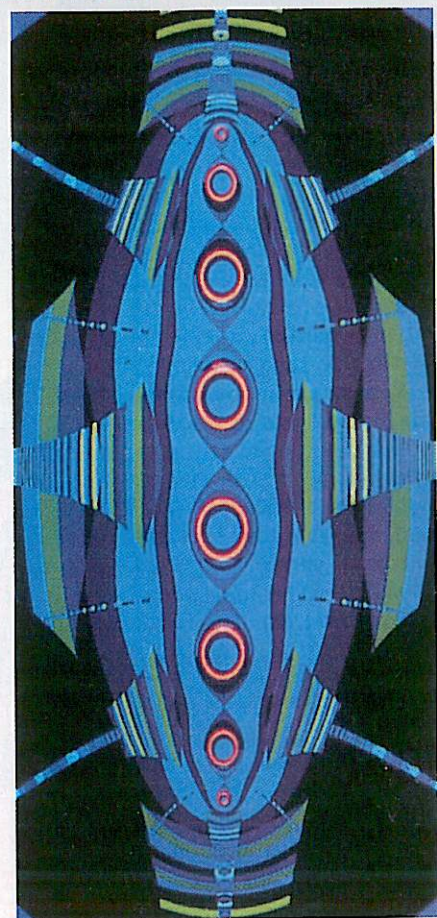
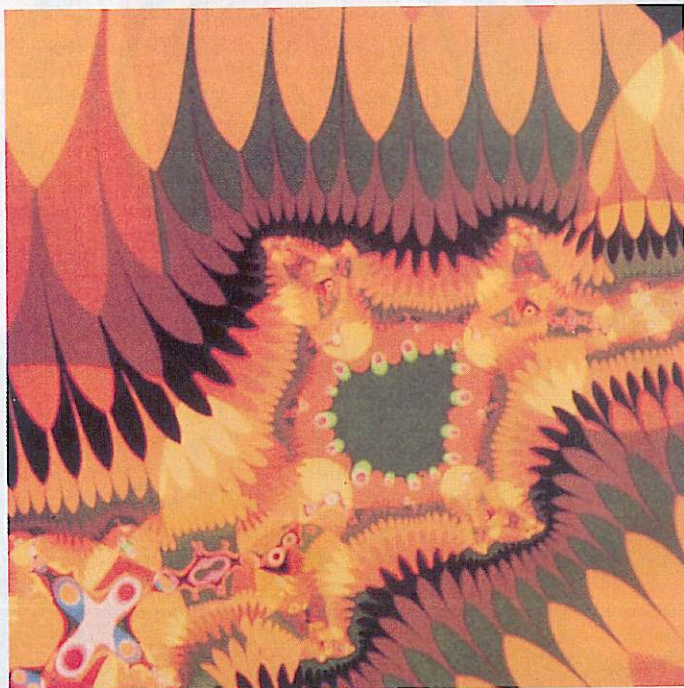


wieczy charakter. Fizyk, rozpatrując własności wahadła, może pominąć fakt, że składa się ono z atomów, podobnie jak badając promieniowanie elektromagnetyczne atomu może się on nie troszczyć o to, że nukleony składają się z kwarków. Dzieje się tak dlatego, że wymienione tu obiekty i procesy mają swoją charakterystyczną skalę.

Inaczej jest w świecie fraktalnym, świecie obiektów bez charakterystycznej skali. Wyglądają one tak samo (w sensie dosłownym lub „zgrubsza”, statystycznie), niezależnie od tego, czy patrzymy na nie z daleka, z bliska, czy z bardzo, bardzo bliska. Mają nigdy nie kończącą się strukturę samo-podobnych poziomów. Tę specyficzną symetrię nazywamy **niezmienniczością skali**. Nie jest ona nowym wynalazkiem, przeciwnie, urzekała XVIII- i XIX-wiecznych myślicieli. Leibniz wyobrażał sobie, że kropla wody zawiera w sobie miniaturowy wszechświat, a w nim ocean, którego każda kropla zawiera wszechświat, który zawiera...

Ale, rzecz prosta, niezmienniczość skali traktowana jako zasada naukowa musiała zawieść — nie odpowiadała faktom. Idąc ku coraz większej skali obserwacji przy pomocy teleskopu i coraz mniejszej przy pomocy mikroskopu nauka odkrywała coraz to nowe zjawiska i nowe typy zachowań. W fizyce cząstek elementarnych każdy nowy akcelerator przynosił informacje o coraz to głębszych poziomach struktury materii i na każdym z nich natura miała dla nas nowe niespodzianki. Atom jest naprawdę bardzo różny od systemu planetarnego, choć posługiwano się kiedyś taką analogią. Niezmienniczość skali nie jest zasadą naukową na poziomie elementarnym, nie jest zasadą nauki redukcjonistycznej, która obiekty skomplikowane rozбивa na elementy proste i te bada oddzielnie. Jeżeli jednak patrzymy na obiekty złożone w sposób globalny, wtedy okazuje się prawdziwą symetrią natury, pozwala ją rozumieć i przewidywać.

Oczywiście opisana wyżej niezmienniczość skalowania jest modelem matematycznym. W realnym świecie ta struktura musi się gdzieś skończyć: na skali atomów, jeżeli obserwujemy pęknięcia w szkłe lub metalu, albo też na skali komórek, jeśli mówimy o fraktalnej strukturze sieci naczyniowej liścia.



Fraktale są w przyrodzie tak powszechne, jak chaos, który je rodzi, są geometrią natury. Odnajdziemy je w strukturze dopływów rzeki, w kształcie wyładowania elektrycznego, w rzeźbie powierzchni Ziemi i linii brzegu morskiego, a także w przebiegu epidemii chorób zakaźnych i notowań giełdowych cen bawelny. Własności frak-

talne ma budowa naszych płuc i układu naczyń krwionośnych. Fraktali doszukać się można nawet w rytmie naszego serca.

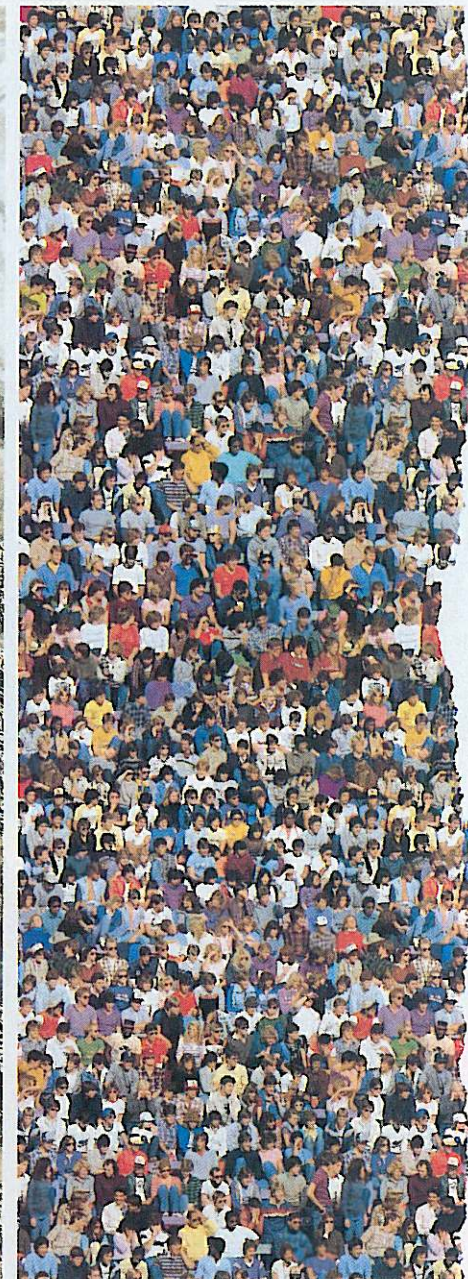
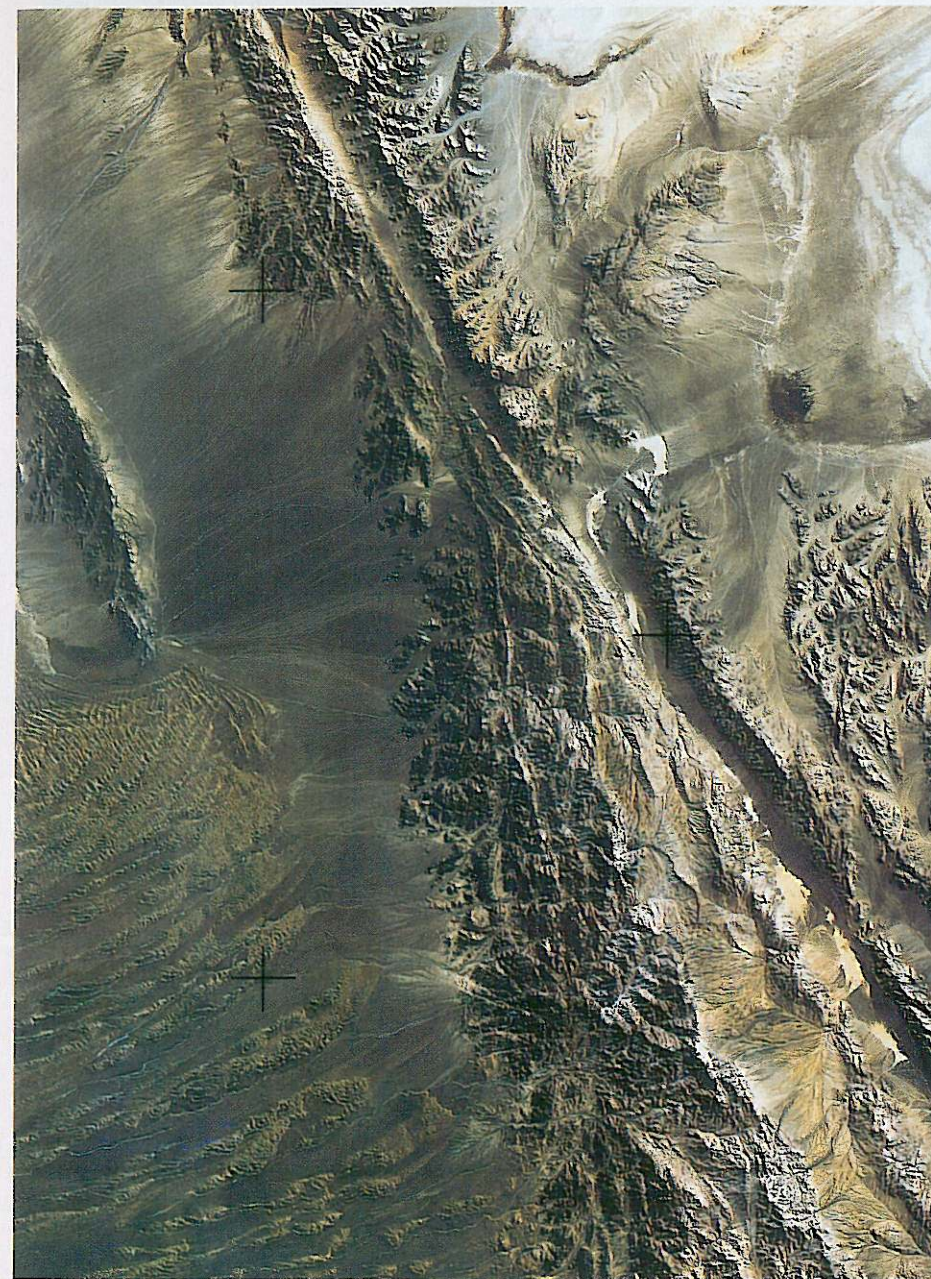
W roku 1977 Benoit Mandelbrot opublikował niezwykłą książkę zatytułowaną *Fractals: Form, Chance and Dimension* (Fraktale: kształt, przypadek i wymiar) — bogato ilustrowaną, pełną erudycji, której uduchowiony styl nie bardzo pasował do dzieła naukowego. Sam autor nazwał ją „manifestem”. Ale też nie była to zwykła książka. Mandelbrot jest pierwszym wielkim matematykiem „chropowatości” natury. Euklides i inni matematycy starożytni rozpatrywali tylko te kształty, które można skonstruować za pomocą cyrkla i linijki. Rewolucyjne prace Newtona i Leibniza pozwoliły na uwzględnienie w opisie świata kształtów bardziej skomplikowanych, takich jak parabola i elipsa. Matematycznym twórcyem fizyki były krzywe i powierzchnie gładkie, mające w każdym swym punkcie prostą lub powierzchnię styczną. Analitycznym odpowiednikiem pojęcia stycznej jest

różniczkowanie, bez którego nie byłoby nowoczesnej fizyki.

Mandelbrot wkroczył na obszar dotychczas ignorowany, zwracając uwagę na to, o czym wie każde dziecko — że „*chmury nie są kulami, góry nie są stożkami, a pioruny nie rozprzestrzeniają się po liniach prostych...*”. Natura jest chropowata i chcąc opisać jej aspekt globalny musimy skorzystać z zupełnie nowego aparatu matematycznego. Książka Mandelbrota dostarcza go, ilustrując abstrakcyjny wykład wszystkim, co autor wiedział i przypuszczał o przyrodzie. Następne wydanie książki miało znamienity tytuł: *The Fractal Geometry of Nature* (Fraktalna geometria natury).

Chociaż, jak powiedzieliśmy, Mandelbrot jest pierwszym wielkim matematykiem, który zainteresował się formalnym opisem „chropowatej” natury, to jednak palma pierwszeństwa w intuicyjnym uchwyceniu problemu należy do fizyka. Oto fragment wstępu do *Les atomes* Jeana Perrina² z 1906 roku:

„Dobry nauczyciel, nim poda uczniom ścisłą definicję pojęcia funkcji gładkiej, pokaże im, że posiadają już zasadniczą ideę tej koncepcji. Narysuje dobrze określoną krzywą i trzymając



Naturalne formy geologiczne mogą posłużyć za doskonałe przykłady obiektów fraktalnych. Jak pisał Jean Perrin „*nasze oko nie zdola narysować stycznej w żadnym punkcie. Użycie szkla powiększającego nie poprawi sytuacji, ponieważ nowe nieregularności pojawią się za każdym razem, gdy zwiększymy powiększenie i nie uda nam się nigdy uzyskać wrażenia gładkości...*”

linijkę powie: »sami widzicie, w każdym punkcie jest styczna«. Albo też, chcąc wszczepić uczniom bardziej abstrakcyjne pojęcie prędkości chwilowej, powie: »to przecież jasne, że średnia prędkość pomiędzy dwoma punktami na tej trajektorii nie może się zmieniać znacząco, kiedy odległość między nimi staje się nieskończenie mała«. Ponieważ dla pewnych dobrze znanych rodzajów ruchu pogląd ten wydaje się słuszny, wiele umysłów nie dostrzega, że niesie on ze

sobą poważne trudności. Matematycy jednak rozumieją, jaką dziecinadą byłoby dowodzenie za pomocą rysowania krzywych, że każda funkcja ciągła ma pochodną. Chociaż funkcje, dla których tak jest rzeczywiście, są najprostsze i jest najłatwiej nimi operować, to przecież jednak należą do wyjątków. Używając języka geometrii, krzywe, które nie mają stycznych, są regułą, zaś krzywe regularne, takie jak koło, są interesujące, ale całkiem wyjątkowe.

Na pierwszy rzut oka powyższe rozważania dotyczące ogólnego przypadku są jedynie intelektualnym ćwiczeniem, pomysłowym, lecz sztucznym, w którym chęć uzyskania absolutnej ścisłości nadała mu posmak śmieszności. Słyszając o krzywych bez stycznych, o funkcjach bez pochodnych sądzimy, że Natura nie

Nie sposób przewidzieć losu poszczególnych ludzi, ale życie społeczeństw ma aspekt globalny wyrażający się w przeciętnej długości życia, przeciętnej liczbie samobójców na 100 tys. mieszkańców dużego miasta itd. Ta metoda opisu układów bardzo skomplikowanych, zawierających bardzo wiele elementów, stosowana była w fizyce od dawna pod nazwą statystyki. Wiele globalnych aspektów zjawisk chaotycznych da się ująć w terminach statystyki. Ale nie wszystkie...

dostarcza nam takich komplikacji, a nawet ich nie sugeruje. Jest jednak wprost przeciwnie. Logika matematyków zbliżyła ich do rzeczywistości bardziej niż praktyczne wyobrażenia fizyków. Stwierdzenie to możemy zilustrować, rozważając pewne dane doświadczalne bez żadnych uprzedzeń.

Weźmy dla przykładu jeden z tych białych płatków, które powstają, gdy zasolimy roztwór mydła. Z pewnej od-

CHAOS NA KALKULATORZE

Ci Czytelnicy, którzy dysponują kalkulatorem programowalnym lub mikrokomputerem, mogą sami prześledzić za jego pomocą zachowanie prostego niestabilnego układu i mające w sobie coś z misterium przejście od zachowania okresowego do chaosu. Zajmiemy się analizą elementarnego równania, za pomocą którego Robert May badał biologię populacji:

$$x_{n+1} = Ax_n(1-x_n)$$

Równanie to daje wielkość populacji w roku $n+1$ w zależności od populacji w roku n -tym. Mamy tu do czynienia z formą bardzo charakterystyczną dla każdego procesu ewolucyjnego, w którym urodzenia (człon pierwszy, Ax_n) konkurują ze śmiertelnością (człon drugi $-Ax_n^2$). Jeżeli wybierzemy jakąś wielkość populacji dla $n = 1$, ciąg wartości x_1, x_2, \dots, x_n jest całkowicie określony przez wybór parametru A — proces jest deterministyczny. Proponuję Czytelnikom sprawdzenie przy

użyciu kalkulatora następujących własności naszego „równania populacji”:

Dla $0 < A < 1$ x_n maleje do zera, gdy n rośnie do nieskończoności.

Dla $1 < A < 2$ x_n rośnie wraz z n monotonicznie, zbliżając się do wartości $1-1/A$.

Dla $2 < A < 3$ x_n zbliża się do wartości $1-1/A$, ale nie monotonicznie, lecz wykonując po drodze oscylacje.

Dla $3 < A < 1+\sqrt{6}$ x_n zdąża do zachowania okresowego z okresem 2 (tzn. co dwa lata populacja osiąga tę samą wielkość).

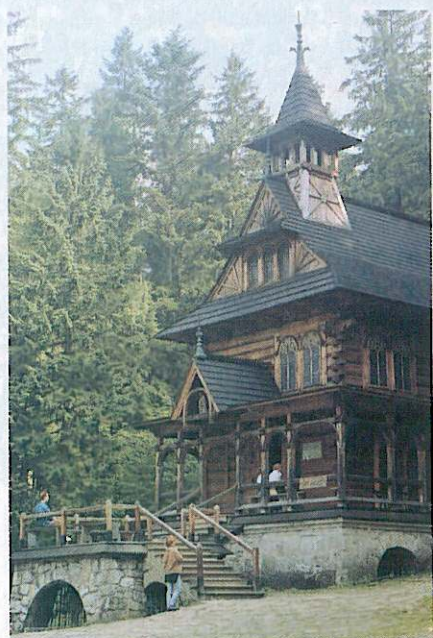
Przy dalszym zwiększeniu wartości parametru A pojawiają się okresy 4, 8, ..., 2^n . Wartości parametru, dla których następuje kolejne podwojenie okresu, nazywane są punktami bifurkacji. Okres nieskończony, tzn. całkowity zanik okresowości, pojawia się przy wartości krytycznej parametru $A : A_c = 3.5699$. Od tego momentu nasze proste równanie populacji ma wszystkie własności charakterystyczne dla zachowań chaotycznych: brak okresowości i czuła zależność od warunku początkowego $x = x_1$. Już sam ten fakt jest zadziwiający, biorąc pod uwagę, jak proste jest „równanie

populacji”. Prostota równania umożliwia też nabycie pewnej intuicji dotyczącej przejścia od zachowania regularnego do chaosu.

Przyjrzyjmy się wartościom parametru $A = A_n$, dla których następują kolejne bifurkacje okresu. Łatwo stwierdzimy geometryczną zbieżność punktów bifurkacji do pewnej wartości krytycznej A_c , która stanowi granicę między porządkiem a chaosem:

$$A_n - A_c \sim D^{-n}$$

gdzie $D=4,669201609$. Co najciekawsze, wartość D nie tkwi w szczególnej formie równania populacji, lecz jest liczbą uniwersalną dla całej klasy równań tego typu, tj. $x_{n+1} = f(x_n)$ z jedynym warunkiem — by funkcja $f(x)$ miała formę „górkę”. Ta właśnie uniwersalność jest bardzo charakterystyczna w badaniach nad chaosem. Fakt, że turbulentny wypływ wody z kranu może mieć coś wspólnego z przebiegiem epidemii ospy wietrznej opisywanym przez równanie populacji świadczy o tym, iż ocieramy się o coś bardzo ważnego w pojmowaniu otaczającego nas świata.



Kościółek w Jaszczurówce. Tego rodzaju architektura może być podziwiana z każdej odległości. Skądkolwiek byśmy patrzyli, zawsze odkryjemy nowe, interesujące i w jakimś stopniu przypominające się nawzajem szczegóły. Wydaje się, że obiekty pozbawione charakterystycznego wymiaru, których konstrukcja opiera się na w zasadzie nieograniczonej strukturze samopodobnych poziomów coraz to mniejszej skali, mają szczególny oddźwięk w naszych doznaniach estetycznych. Czy to dlatego, że taka jest właśnie geometria świata, który nas otacza? Fot. P. Nowak

Ten obszerny cytat z tekstu opublikowanego 85 lat temu znalazł się tu nie przypadkiem. Spina on niczym klamra całą naukę XX wieku. Ten sam uczyony, który przekonał w sposób ostateczny środowisko naukowe, że atomy są rzeczywistością fizyczną, co stanowi niejako kwintesencję redukcjonizmu w przyrodoznawstwie, pisze w zadziwiająco przebiegłym intuicji o sprawach, które leżą u źródeł filozofii nowego, globalnego podejścia do otaczających nas zjawisk. Chaos to dynamicznie rozwijająca się dziedzina z pogranicza wielu dyscyplin naukowych.

Artykuł dał Czytelnikowi, w najlepszym razie, zbiór luźnych impresji na ten temat. Spróbujmy więc zebrać na koniec parę faktów. Są takie:

● Chaos deterministyczny, rozumiany jako czuła zależność zachowania układu fizycznego od warunków początkowych, istnieje w szerokiej klasie zjawisk opisanych przez równania nieliniowe.

● Wymienione wyżej chaotyczne zachowania powiązane są z fraktalną strukturą atraktorów dynamiki tych układów.

● Geometria fraktalna i chaos wydają się wszechobecne w przyrodzie.

Istnieje rozpowszechnione przekonanie, że proste układy równań nieliniowych są kluczem do zrozumienia skomplikowanych, chaotycznych zachowań w przyrodzie. Ale daleko jeszcze — trzeba to wyraźnie podkreślić — do ilościowej i potwierdzonej doświadczalnie teorii chaosu. Ugruntowanie takiej teorii byłoby wielkim, może rewolucyjnym postępowaniem w naukach przyrodniczych w ogólności (tzn. nie tylko w fizyce). Dowiodłoby, że chaos nie jest czymś poza zasięgiem naszych możliwości poznawczych, a zatem nieinteresującym z naukowego punktu widzenia. Wprost przeciwnie, chaos stałby się nowym elementem bogactwa zjawisk we Wszechświecie, uważanym kiedyś za zegar, w którym rządzą jedynie symetrie i regularności. Sztywny porządek straciłby swój monopol, a nauka byłaby jakby bliżej nas, ludzi.

Jacek Turnau

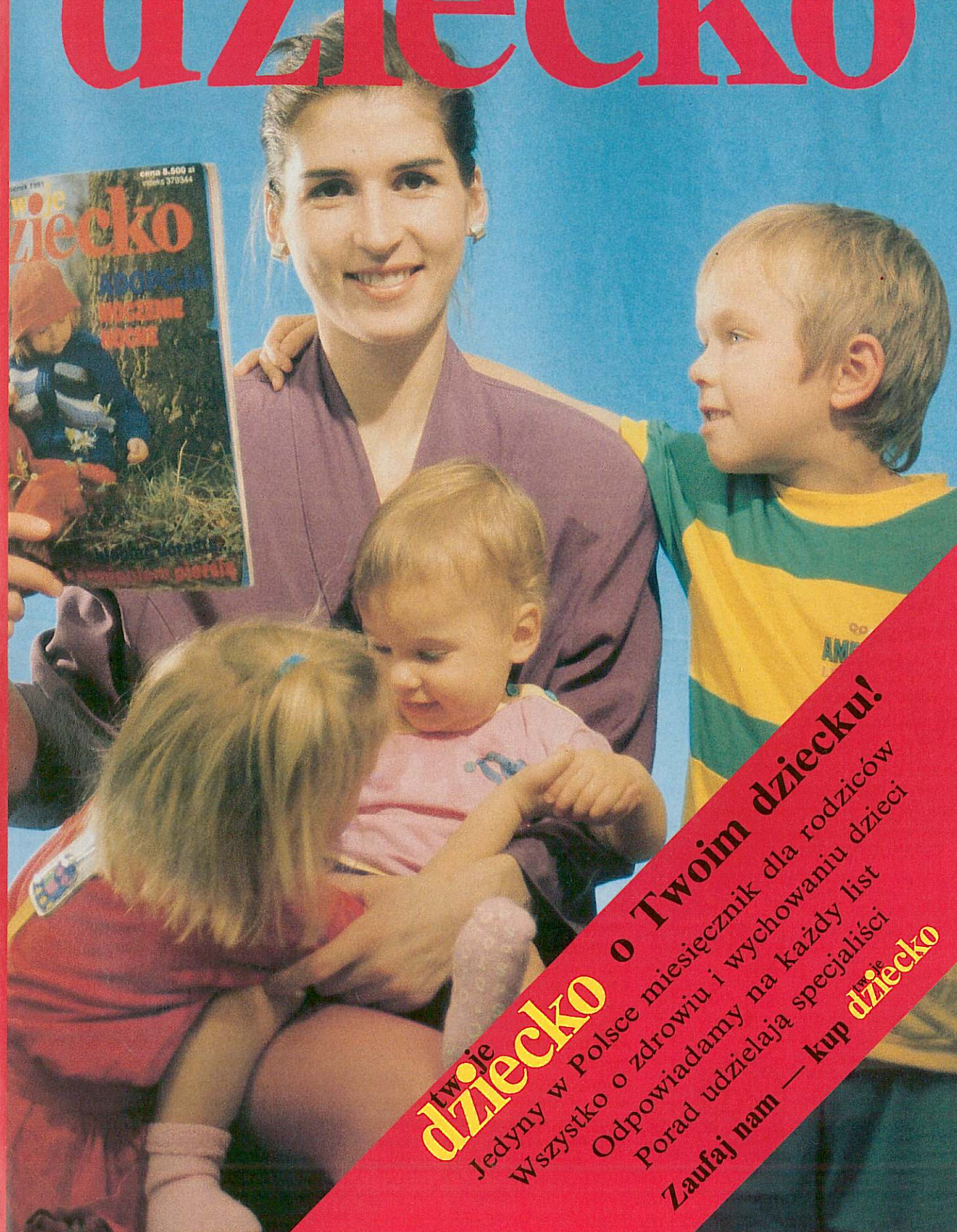
¹ O fraktalach pisaliśmy w „WiZ” nr 11-12/1989 (przyp. red.)

² Jean Perrin (1870–1942), fizyk francuski, badał ruchy Browna, określił naturę promieniowania katodowego oraz wyznaczył liczbę Avogadro poprzez badanie emulsji. Otrzymał Nagrodę Nobla w 1926 roku. Cytowane tu dzieło *Les atomes* odegrało kluczową rolę w przekonaniu środowiska naukowego o realności atomów.

Zdjęcia: „La Recherche”, OMNI, „Science et Vie”

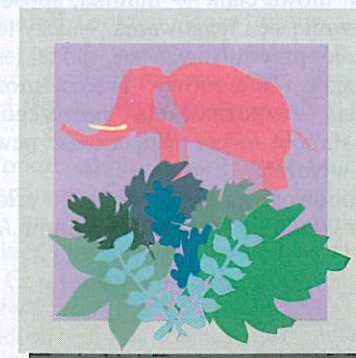
Dr hab. JACEK TURNAU pracuje w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie.

Twoje dziecko



Twoje dziecko o Twoim dziecku!
Jedyny w Polsce miesięcznik dla rodziców
Wszystko o zdrowiu i wychowaniu dzieci
Odpowiadamy na każdy list
Porad udzielają specjaliści
Zaufaj nam — kup **Twoje dziecko**

CZY MOŻEMY SIEBIE ZROZUMIEĆ?



JAK ŻYC

Idziesz ulicą. Na wystawie spostrzegasz lampę, która bardzo Ci się podoba. W domu masz wystarczająco dużo równie ładnych lamp. Ale nie potrafisz sobie odmówić. Wchodzisz więc do sklepu i kupujesz tę właśnie lampę, wydając dużo pieniędzy. Bardzo się z niej cieszysz. Jednak im bliżej jesteś domu, tym więcej masz wątpliwości. Po co ją kupiłeś? Przecież ta lampa nie jest Ci potrzebna, jest zbyt droga i nie pasuje do stylu mieszkania urządzonego przez Ciebie. Gdybyś teraz miał kupić tę lampę, nigdy byś tego nie zrobił. Denerwujesz się — co Cię podkuśliło? Nie bardzo rozumiesz, dlaczego tak postąpiłeś.

Każdy człowiek ma wrodzoną potrzebę poznawania świata, ludzi i — siebie. Zadaje sobie pytania: kim jestem, jaki jestem, dlaczego jestem właśnie taki? Od trafności odpowiedzi na te pytania zależy jakość funkcjonowania człowieka wśród ludzi, jak również realizacja celów i zadań życiowych, jakie sobie wyznacza. Chcąc usprawnić proces rozumienia siebie i innych, wiele osób szuka pomocy w psychologii. Język psychologiczny jest jednak dla niektórych zbyt abstrakcyjny.

Wydaje się, że analiza transakcyjna omija tę przeszkodę. Rozwój tej metody rozumienia siebie i innych zapoczątkował pod koniec lat pięćdziesiątych amerykański psychiatra Eric Berne. Metoda ta posługuje się zrozumiałym dla każdego językiem. W celu wyja-

śnienia pewnych zależności stosuje też proste teoretyczne modele. Każdy człowiek przecież wie, kim są rodzice, dzieci i osoby dorosłe, jak się zachowują i czym się różnią między sobą. Jest to więc swego rodzaju „psychologia dla każdego”. Powstały liczne instytuty i towarzystwa zajmujące się analizą transakcyjną. Utworzono również Międzynarodowe Towarzystwo Analizy Transakcyjnej z siedzibą w San Francisco.

Analiza transakcyjna jest nastawiona na praktykę: terapię, poradnictwo, wychowanie itp. Jej celem jest pomoc w zrozumieniu siebie, nawiązaniu kontaktu ze sobą, akceptacji siebie i innych. Jej zadaniem jest też pomoc w rozumieniu i wyjaśnianiu powstawania konfliktów między ludźmi; analizuje te konflikty, ukazuje ich przyczyny, wskazuje odpowiednie sposoby rozwiązań.

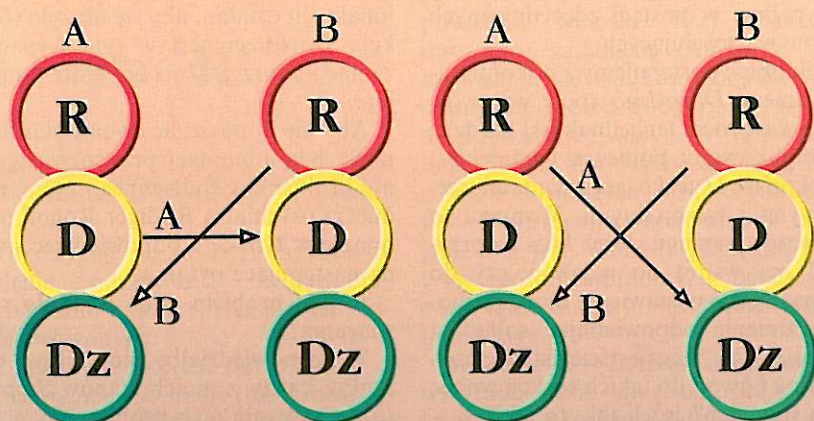
Dziecko, Dorosły czy Rodzic?

Studiowanie i analizowanie osobowości jest jednym z ważnych zadań w tej metodzie. Dzieli ona osobowość na tak zwane stany *Ja*. Każdy z tych stanów



Trzy stany JA

Transakcje skrzyżowane



A - Gdzie jest moja książka?
B - Ty nigdy nie wiesz, gdzie masz swoje rzeczy!

A - Podaj mi ołówek.
B - Sam weź!

cia wobec takich problemów i takich rozwiązań (Ja - Dziecko)?

5. Na podstawie tych odpowiedzi postanawiam... (zawieram ze sobą umowę).

Bohater naszej historyjki, któremu dawno przestała się podobać nowa lampa, a zaczął poważnie martwić się brakiem pieniędzy, może na przykład zawrzeć ze sobą umowę, że robiąc zakupy nie pozwoli, aby Dziecko podejmowało decyzje. Wprawdzie Dziecko dostarcza zadowolenia, ale zadowolenie to trwa zbyt krótko i zbyt drogo kosztuje. Owszem, należy uwzględnić potrzeby Dziecka (upodobania), ale decyzję podejmuje Dorosły.

Analiza transakcyjna jest metodą terapeutyczną przeznaczoną dla ludzi zdrowych, którzy mają trudności w kontaktach z innymi. Jeśli więc przeanalizowaliśmy już stany naszej osobowości i odpowiedzieliśmy na pytanie, jacy jesteśmy, można się zastanowić, co trzeba w sobie zmienić, aby te kontakty były jak najlepsze.

Jak trudno rozmawiać z człowiekiem!

Pora wyjaśnić termin „transakcja”. Jest to wymiana werbalnych lub niewerbalnych informacji pomiędzy przynajmniej dwiema osobami. Transakcja jest podstawową jednostką we wszystkich

relacjach między ludźmi — może ujawniać się w postaci słów, spojrzeń, rozmaitych gestów i reakcji. Składa się na nią bodziec pochodzący od jednego ze stanów Ja pierwszej osoby i reakcja na ten bodziec drugiej osoby, a ściślej — również jej określonego stanu Ja. To znowu staje się bodźcem wywołującym reakcję pierwszej osoby, i tak dalej.

Dzięki obserwacji mowy ciała, ocenie brzmienia i tonu głosu oraz określonych wyrażen można stosunkowo łatwo określić, z jakiego stanu Ja pochodzi bodziec. I tak na przykład na pytanie Dorosłego „Która jest teraz godzina?” Dorosły odpowie: „Dochodzi piąta”. Rodzic skrytykuje: „Ty to nigdy nie masz przy sobie zegarka”, Dziecko zaś przeproszającym tonem powie: „Ojej, niestety nie wiem, ale zaraz pójdę do pokoju i zobaczę”.

Ludzie przekazują wiele informacji zarówno o sobie, jak i o świecie podczas spokojnej rozmowy. Jednak komunikacja między nimi często zostaje nagle przerwana, dochodzi do spięć, konfliktów. Spróbujmy znaleźć odpowiedź, dlaczego tak się dzieje.

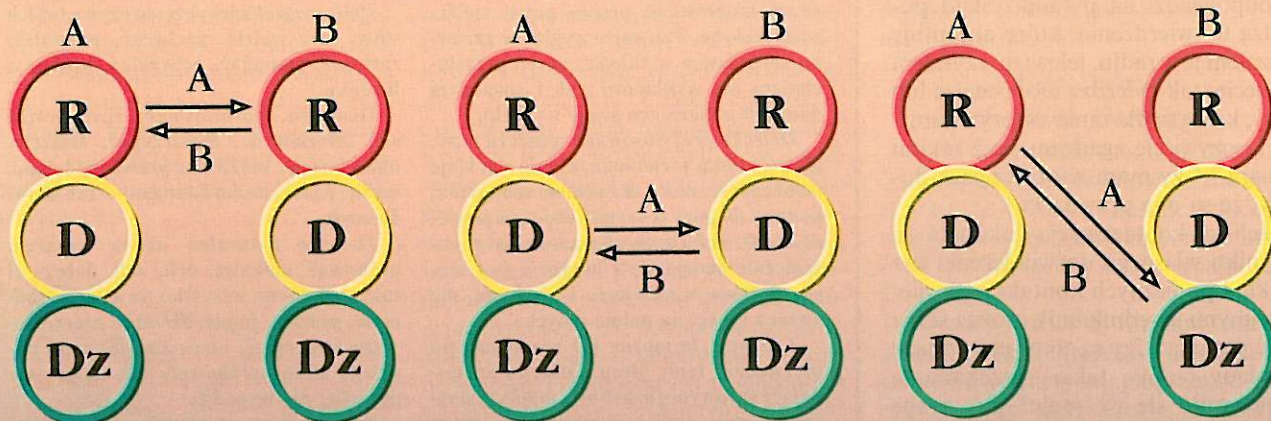
Analiza transakcyjna rozróżnia trzy rodzaje wymiany informacji:

1. prostą (równoległą, nieskrzyżowaną, komplementarną),
2. skrzyżowaną,
3. ukrytą lub podwójną.

W transakcji prostej reakcja na bodziec pochodzi od tego stanu Ja, do którego był on skierowany. Komunikacja przebiega tutaj bezproblemowo.

Jeśli reakcja drugiej osoby nie pochodzi od tego stanu Ja, do którego pierwsza osoba skierowała informację, mamy do czynienia z transakcją skrzy-

Transakcje proste

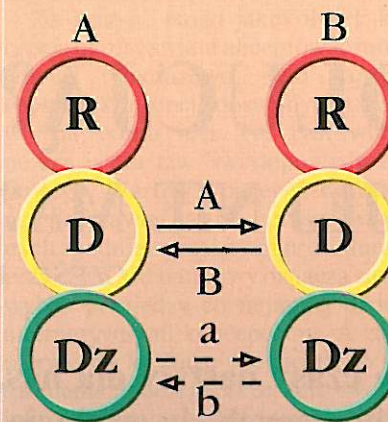


A - Dzisiejsza młodzież jest zła.
B - Masz rację, nie szanują starszych.

A - Jaki dzień dziś mamy?
B - 20 maja.

A - Daj mi książkę.
B - Już niosę.

Transakcja ukryta



A - Często słucham muzyki poważnej.
a - Lubię z Tobą rozmawiać.
B - Moim hobby też jest muzyka poważna.
b - Cieszę się, że mnie zauważasz.

żowaną. Łączność komunikacyjna między takimi osobami zostaje zakłócona i może to prowadzić do konfliktów pomiędzy małżonkami, w rodzinie, w zakładzie pracy. Partnerzy nie mówią do siebie, ale obok siebie, każdy z nich myśli tylko o sobie. Aby tych konfliktów unikać, trzeba próbować zrozumieć siebie i swojego partnera. Do którego stanu Ja mój rozmówca kieruje swą informację? Dlaczego na mój bodziec reaguje z pozycji innego Ja? Dlaczego reaguje właśnie z tej, a nie z innej pozycji?

W transakcji podwójnej komunikacja między ludźmi przebiega na dwóch płaszczyznach. Jedna płaszczyzna jest jawna, społeczna, druga zaś ukryta, psychologiczna. Ta ostatnia dokonuje się w relacji Dziecko - Dziecko. Istnienie płaszczyzny ukrytej można wyczuć na podstawie wypowiedzianych słów i pewnych działań. Jest ona podłożem podczas prowadzenia gier psychologicznych. Czasem na przykład dwie osoby rozmawiając o muzyce jednocześnie dają sobie do zrozumienia, że podobają się sobie. Ponieważ „nie wypada” mówić o tym wprost, partnerzy podejmują grę i informację tę przekazują w innej formie.

„Gdyby ciebie nie było...”

Gry psychologiczne są swego rodzaju mechanizmami obronnymi, stosowanymi przez ludzi, którzy nie mogą w inny sposób zwrócić na siebie uwagi, którzy potrzebują uznania, chcą czuć się wartościowi. Mała dziewczynka,

której starsza siostra chora na grype otaczana jest przez rodziców troskliwą opieką — zaczyna udawać, że też bardzo źle się czuje. Rozpoczyna więc grę psychologiczną.

Gry takie często pojawiają się w kontaktach między ludźmi. Rozpoczynają się one obniżeniem przez rozmówcę wartości partnera. Mówi żona do męża: „Znow gapiasz się w telewizor. Co ty widzisz w tych głupich programach?” Na to mąż: „Nawet chwili człowiekowi nie dadzą odpocząć”, a żona: „Ja tylko nie chcę, abyś tak beznamiętnie tracił czas”. Jest to jedna z możliwych gier — w taką zwaną trójkącie dramatycznym. W różnych sytuacjach społecznych człowiek może grać trzy role: Prześladowca, Ofiary lub Wybawcy. Zdarza się czasami, że ktoś preferuje tylko jedną ulubioną rolę, na przykład Ofiary. Wchodząc w tę rolę, gra „na temat”: ach, jaki ja jestem zmęczony, lub jaki ja jestem biedny, albo ja tego nigdy nie zrozumiałem, lub jaki ten świat jest straszny. Szczególnie lubiana i rozpowszechniona jest gra *gdyby ciebie nie było*. „Występuje” w niej Prześladowca, podobnie jak w grach *zobacz, coś narobił* lub *spróbuj sam o tym zdecydować*. W roli Wybawcy najczęściej prowadzone są gry: *chciałem ci tylko pomóc* lub *co byś beze mnie zrobił*.

Gry te są ludziom potrzebne, gdyż dzięki nim mogą uwolnić się od negatywnych uczuć, które — nieświadomie — przenoszą oni na innych i spostrzegają siebie wówczas jako lepszych i doskonalszych.

Gier psychologicznych uczymy się już we wczesnym dzieciństwie w środowisku rodzinnym. W późniejszym wieku utrwalamy je, powtarzając swoje zachowania dla wzmocnienia poczucia wartości siebie. Każdy ma własny repertuar gier. Ktoś na przykład lubi opowiadać o swoich negatywnych cechach lub o swoich porażkach po to, aby słuchający zaprzeczyli temu. Mówi więc: „Ja niczego nie potrafię” lub „Nikt mnie nie chce” (występuje tu

w roli Ofiary) i nagle zjawia się Wybawca i odpowiednio reaguje: „Ty naprawdę wiele potrafisz” albo „Są ludzie, dla których jesteś bardzo ważny”. Stosując tego typu grę, czujemy się znacznie lepiej, ponieważ uzyskaliśmy od kogoś pozytywne wsparcie, które wzmocniło poczucie naszej wartości.

Ktoś inny może stosować grę typu *gdyby nie ty...* Ma ona miejsce wówczas, gdy swoimi błędami, ułomnością i niepowodzeniami obarczamy innych: „gdybym nie spotkał tego człowieka”, „gdybym miał inny zawód”, „gdybym mieszkał w innym mieście”, „czego bym nie dokonał” itp. Dzięki tej grze udzielamy sobie wsparcia pozytywnego, czujemy się lepsi, a za swoje nieudane decyzje bardzo chętnie winimy innych (osoby, rzeczy, sytuacje). Innych możemy zniechęcić, czasami możemy ich nawet zniszczyć, nie niszcząc siebie.

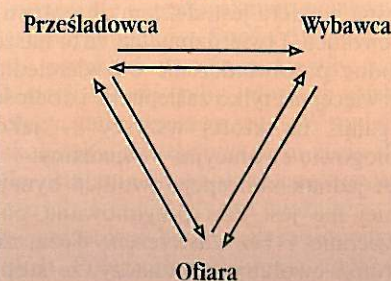
Uczestnicy gier nie zdają sobie sprawy z tego, że je prowadzą, ponieważ funkcja Dorosłego jest wówczas ograniczona lub wyłączona. Gdyby Dorosły został wyłączony, musiałby czuć się odpowiedzialny za swoje decyzje. Dorosły nawet chętnie ucieka od swojej wolności na rzecz nieponoszenia konsekwencji swych działań. Zwracanie na siebie uwagi oraz realizacja potrzeby bycia zauważanym, czego domaga się stan Ja — Dziecko, mogą być rozsądnie zaspokojone przy udziale Dorosłego. Poprzez wgląd i studiowanie siebie — wzmocniając funkcję Dorosłego — możemy w znacznym stopniu ograniczyć stosowanie gier psychologicznych, zwłaszcza tych, które przyczyniają się do powstania groźnych konfliktów międzyosobowych.

Celem analizy transakcyjnej jest rozwój osobowości człowieka — wskazanie mu możliwości osiągnięcia autonomii, dojrzałości i odpowiedzialności — oraz doskonalenie relacji z ludźmi.

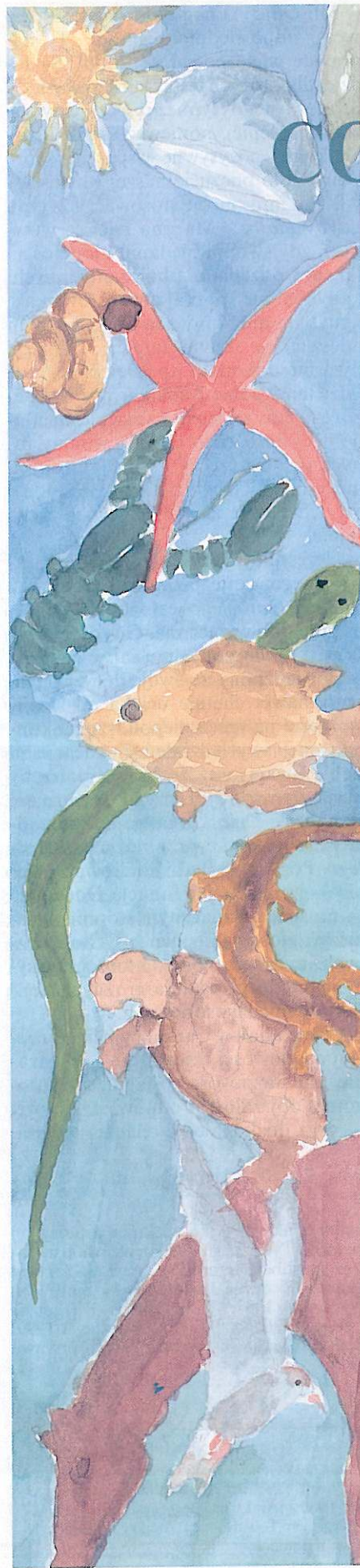
Antoni Tomkiewicz

Artykuł ukazał tylko niektóre aspekty tej metody. Tych, którzy zainteresowali się takim sposobem terapii, odsyłam do lektury książek: E. Berne *W co grają ludzie*. PWN, Warszawa 1987; T. A. Harris *W zgodzie z sobą i z Tobą*. IW Pax, Warszawa 1979; R. Rogoll *Aby być sobą*. PWN, Warszawa 1989.

Trójkąt dramatyczny



Dr ANTONI TOMKIEWICZ jest adiunktem na Wydziale Nauk Społecznych i w Instytucie Teologii Pastoralnej Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego. Jest wiceprzewodniczącym Towarzystwa Analizy Transakcyjnej w Lublinie.



CO Z TĄ EWOLUCJĄ? JEST CZY JEJ NIE MA?

CZĘŚĆ I

Ciekawe czasy nastały dla nas, biologów zajmujących się ewolucją. Jak z rękawa sypią się teorie, modele i hipotezy, dokonuje się nowych odkryć i reinterpretuje wcześniejsze obserwacje. Niekiedy współczesne dane rozstrzygają dawne spory, znacznie częściej zaś prowokują nowe kontrowersje.

Poglądy na ewolucję są nadal kontrowersyjne. Jak i dlaczego powstała taka a nie inna struktura biosfery? Jakie mechanizmy ewolucyjne działają na poszczególnych poziomach organizacji biologicznej? Jakie znaczenie mają rozmaite siły ewolucyjne — dobór naturalny, dryf genetyczny, ciśnienie mutacyjne etc. — i na czym polega ich współdziałanie w ewolucji? W jakiej mierze efektywność tych sił ograniczona jest przez historię ewolucyjną organizmów? Jak się ma ewolucja do biogeografii, ekologii, embriologii i biochemii? A przede wszystkim — jak najlepiej szukać odpowiedzi na te pytania? Oczywiście, każdy z nas jest głęboko przekonany, że zna już przynajmniej częściowe odpowiedzi, ale tym więcej mamy powodów do sporu.

Jedną jest tylko kwestia, o którą się z sobą nie kłócimy. Wszyscy akceptujemy samą koncepcję ewolucji. Zgadza się, że ewolucja naprawdę zachodzi w przyrodzie, że gatunki ewoluują i powstają — w drodze ewolucji — z innych gatunków, że cała współczesna biosfera jest efektem długotrwałej ewolucji. I twierdzimy też, że to nasze zgodne przeświadczenie odzwierciedla coś więcej niż tylko zaślepienie i dbałość o gałąź, na której wszyscy — jako biologowie ewolucyjni — siedzimy.

A jednak koncepcja ewolucji bynajmniej nie jest dziś przyjmowana powszechnie i bez zastrzeżeń. Teza, że gatunki ewoluują, to znaczy, że stopniowo ulegają przemianom, wydaje się

bezdyskusyjna, bo wielokrotnie potwierdzona za pomocą naczynnej obserwacji — zarówno w laboratorium, jak i w środowisku naturalnym. A co więcej, natura organizmów i ich populacji jest taka, że i dobór naturalny, i dryf genetyczny po prostu muszą działać, są logiczną, nieuchronną koniecznością. Ale stopniowa transformacja gatunków to tylko jeden z składników koncepcji ewolucji. Drugim jej elementem jest teza, że gatunki powstają wskutek ewolucji z innych gatunków. Otóż taka teza jest zdecydowanie odrzucana przez kreacjonistów. Powiadają oni, że koncepcja ewolucyjnego powstawania gatunków to po prostu niczym nie uzasadnione założenie, że zatem status biologii ewolucyjnej niczym się nie różni od przekonania, iż biblijna *Genesis* prawdziwie opisuje stworzenie gatunków. Albowiem — twierdzą kreacjoniści — i biologia ewolucyjna, i chrześcijański kreacjonizm opierają się jedynie na wierze.

Jako naukowcy moglibyśmy się tym wyzwaniem kreacjonizmu nie zajmować, bo u jego podstaw tkwi zasadnicze niezrozumienie, a może wręcz świadome zniekształcenie argumentacji biologów ewolucyjnych. Przepaść rozdziela jąca te dwa sposoby myślenia o świecie i o metodach jego poznania jest tak ogromna, że trudno mi sobie wyobrazić sensowną dyskusję z kreacjonizmem. Mimo to warto jednak, jak sądzę, wyłożyć jasno i niedwuznacznie, na czym opiera się akceptacja ewolucji jako mechanizmu powstawania gatunków. Po

ANTONI HOFFMAN

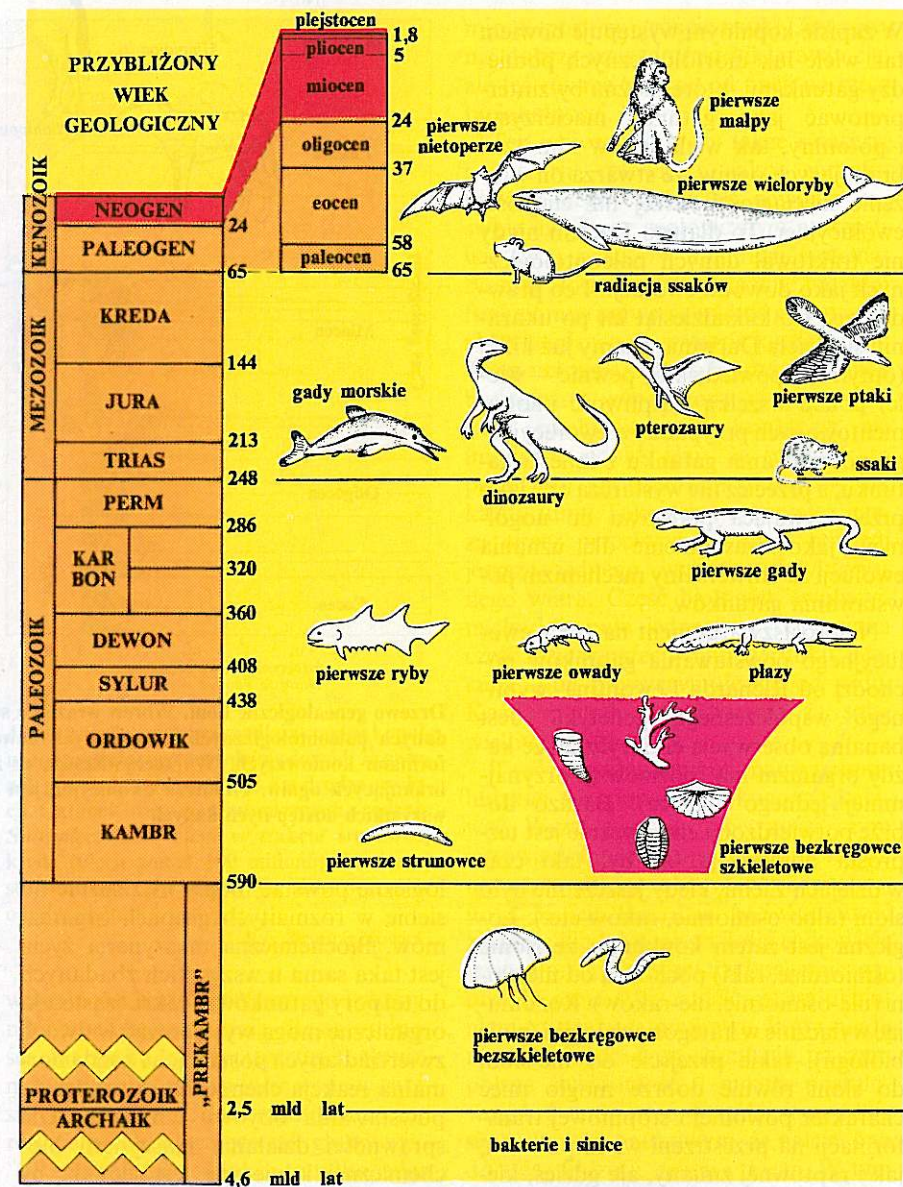
prostu po to, żeby rozwiązać mity — zarówno o słabości, jak i o potędze naszej argumentacji.

Na gruncie nauki jakkolwiek koncepcję natury świata akceptować można jedynie tymczasowo, jako najlepszą spośród koncepcji dostępnych chwilowo na rynku idei. Na tym właśnie polega istota tzw. światopoglądu naukowego. Wartość koncepcji ocenia się na podstawie testów przeprowadzonych zgodnie z przyjętymi procedurami, przy czym test naukowy oznacza zawsze wybór pomiędzy co najmniej dwiema alternatywnymi koncepcjami. A zatem pierwszym krokiem wiodącym do uzasadnienia, dlaczego akceptujemy ewolucję jako mechanizm powstawania gatunków, musi być zarysowanie pola wyboru, wskazanie możliwych rozwiązań.

Jak inaczej niż przez odwołanie do ewolucji wyjaśnić istnienie wielu odmiennych gatunków biologicznych? Przede wszystkim można by postulować, że biosfera stanowi — wbrew potocznym sądom — jeden tylko gatunek biologiczny, a w takim razie koncepcja ewolucji byłaby po prostu zbędna. Ta hipoteza jest jednak jawnie fałszywa. A nawet gdyby ktoś zechciał wszystkie formy życia na Ziemi zaliczyć mimo wszystko do jednego gatunku, byłby to zabieg czysto werbalny, a zróżnicowanie świata organicznego tak czy inaczej domagałoby się wyjaśnienia.

Można by także twierdzić, że wszystkie gatunki biologiczne zostały stworzone jednorazowo, pojedynczym aktem Stworzenia — albo na początku dziejów, albo w jakimś późniejszym momencie historycznym — i trwają, ulegając najwyżej nieistotnym zmianom ewolucyjnym, lub wymierają, nie dając początku nowym gatunkom. Obie te koncepcje wywodzą się z przekazu biblijnego (czytanego dosłownie w jednym, a metaforycznie w drugim przypadku) i zakładają, że gatunki są, przynajmniej potencjalnie, wieczne i nieśmiertelne.

Można przyjąć, że gatunki stwarzane były (a może nawet są) po kolei, pojedynczo lub niewielkimi grupami, ale niezależnie od siebie. Tak twierdził w pierwszej połowie ubiegłego wieku Charles Lyell, jeden z twórców współczesnej geologii, zanim Darwin przekonał go do ewolucjonizmu. Powyższe nie stoi na przeszkodzie twierdzeniu, że gatunki przybywały (i może wciąż przybywają) z kosmosu. Ta koncepcja nie różni się jednak logicznie od tezy o niezależnym stworzeniu poszczególnych gatunków. Zastępuje jedynie Boga jakimś nieokreślonym czynnikiem kosmicznym. I można wreszcie wyznawać teorię wielokrotnego spontanicznego



Geologiczna sukcesja form życia. Nastęstwo zjawiania się rozmaitych grup organizmów w dziejach Ziemi układa się w konsekwentny ciąg zdarzeń i jasno wskazuje, że grupy te nie powstały jednocześnie — choć nie można tego traktować jako dowodu ewolucji

powstawania gatunków z materii nieorganicznej.

Nie ma rady — albo akceptuje się którąś z tych koncepcji, albo też wypada się opowiedzieć za ewolucją.

Tezę, że wszystkie gatunki biologiczne stworzone zostały równocześnie, odrzucono już na długo przed Darwinem. Zapis kopalny bowiem świadczy bardzo wymownie o geologicznym następcie grup organizmów. Spośród kręgowców na przykład wcześniej zjawily się w historii Ziemi ryby, dopiero później płazy, gady, wreszcie ssaki. W mniejszej skali takie następcie form życia służy do ustalania chronologii epok geologicznych i znajduje swe niezależne potwierdzenie w badaniach radiometrycznych. Powszechność, wręcz uniwersalność tej sukcesji grup organizmów zde-

cydowanie zaprzecza koncepcji pojedynczego aktu Stworzenia jako mechanizmu powstawania gatunków. W rzeczy samej, do tego właśnie argumentu odwoływał się Darwin. A John Maynard Smith, jeden z najwybitniejszych współczesnych ewolucjonistów, pisze wprost, że gdyby znalazł szkielet królika (czy jakiegos innego ssaka) w osadach kambryjskich, powstałych wcześniej niż najwcześniejsze skamieniałości ryb, płazów czy gadów, bardzo poważnie musiałby się zastanowić nad wartością koncepcji ewolucji.

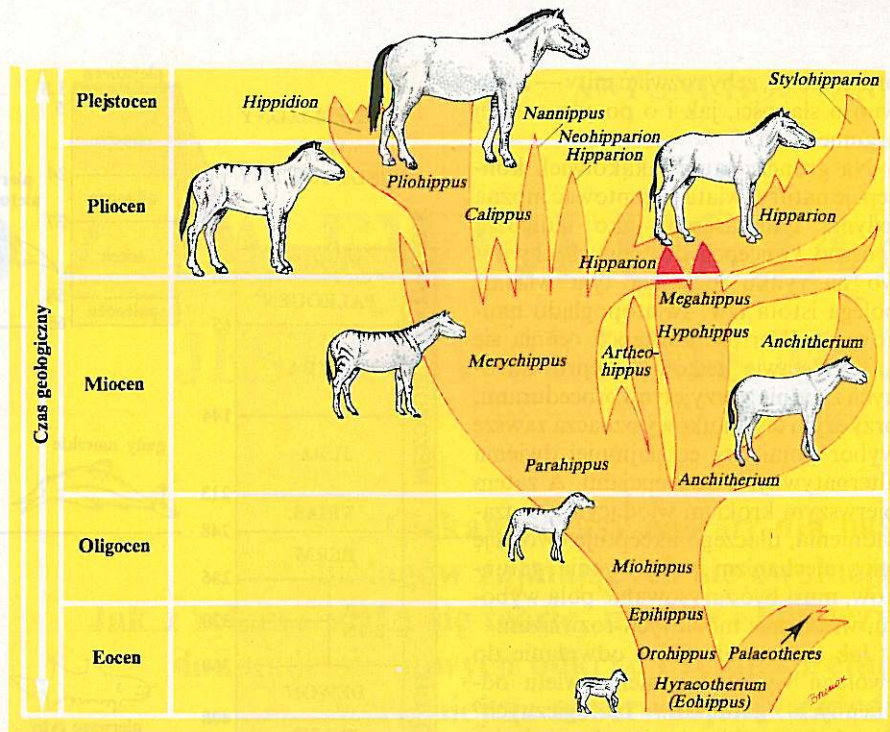
Dane paleontologiczne nie mogą jednak zaprzeczyć tezie, że gatunki zostały stworzone po kolei, niezależnie od siebie. W tej sferze zapis kopalny nie dostarcza żadnych rozstrzygających, a choćby tylko mocnych, argumentów.

W zapisie kopalnym występuje bowiem tak wiele luk morfologicznych pomiędzy gatunkami, które można by zinterpretować jako gatunek macierzysty i potomny, tak wiele jest w nim tzw. brakujących ogniw, że stwarza on wrażenie nieciągłości raczej niż ciągłości ewolucyjnej. To dlatego Darwin nigdy nie traktował danych paleontologicznych jako dowodu ewolucji. I co prawda dziś, sto kilkadziesiąt lat po ukazaniu się dzieła Darwina, znamy już kilka (optymista powiedziałby pewnie — wiele) ponad wszelką wątpliwość udokumentowanych przypadków ewolucyjnego powstawania gatunku z innego gatunku, a przecież nie wystarczą one jako przekonująca podstawa do uogólnień, jako uzasadnienie dla uznania ewolucji za uniwersalny mechanizm powstawania gatunków.

Najprostszy argument na rzecz ewolucyjnego powstawania gatunków pochodzi od Richarda Lewontina, wybitnego współczesnego genetyka. Jest banalną obserwacją empiryczną, że każdy organizm ma rodziców (a przynajmniej jednego rodzica). Bardzo dobrze potwierdzona empirycznie jest też prosta obserwacja, że był taki czas w dziejach Ziemi, kiedy jeszcze nie było słoń (albo ośmiornic, raków etc.). Logiczna jest zatem konkluzja, że słońce (ośmiornice, raki) pochodzą od nie-słoni (nie-ośmiornic, nie-raków). Rozumując wyłącznie w kategoriach logiki (a nie biologii), takie przejście od nie-słoni do słońi równie dobrze mogło mieć charakter powolnej i stopniowej transformacji na przestrzeni wielu pokoleń, jak i raptownej zmiany, ale gdzieś, kiedyś, jakoś musiało nastąpić. I najprościej jest przyjąć, że mechanizmem tej zmiany była ewolucja, czyli proces obserwowany współcześnie, mechanizm, który musi działać.

Oczywiście, można także założyć, że słońce (ośmiornice, raki etc.) powstawały spontanicznie z materii nieożywionej — choć w wypadku organizmów tak skomplikowanych ten pomysł nigdy nie wydawał się zachęcający, a nawet w stosunku do bakterii ostatecznie zdyskredytowały go w ubiegłym wieku eksperymenty Pasteura. I można też przyjąć, że słońce, tak samo jak wszystkie inne organizmy, stworzone zostały wolą Boga. Argumentacja Lewontina istotnie nie wyklucza, nie może wykluczyć, koncepcji niezależnego stworzenia poszczególnych gatunków.

To nie znaczy, że nie ma tu żadnych argumentów. Najwyraźniej bowiem wszystkim gatunkom właściwe są pewne cechy wspólne, a mało prawdopodobne wydaje się, by te uniwersalia bio-



Drzewo genealogiczne koni. Wbrew wrażeniu stwarzanemu przez takie diagramy, nie ma dziś danych paleontologicznych stanowiących dowód ciągłości ewolucyjnej pomiędzy kolejnymi formami koniowatych. W rzeczywistości, w zapisie kopalnym występuje wiele luk i tzw. brakujących ogniw. Hipoteza ewolucyjna jest jednak najlepszym racjonalnym wyjaśnieniem wszystkich dostępnych danych

Rys. Brunon Nowicki

logiczne powstać mogły niezależnie od siebie w rozmaitych grupach organizmów. Biochemiczna maszyna życia jest taka sama u wszystkich zbadanych do tej pory gatunków. Makrocząsteczki organiczne mogą występować w dwóch zwierciadlanych postaciach i każda normalna reakcja chemiczna prowadzi do powstawania obydwu ich form. Dla sprawności działania maszyny biochemicznej konieczne jest jednak, by wszystkie wchodzące w jej skład cząsteczki należały do tej samej kategorii. W rzeczy samej, wszystkie aminokwasy w białkach naturalnych są zawsze lewoskrętne. Obydwie ich zwierciadlane postaci są jednak równie stabilne (lub niestabilne) i mają takie same własności katalityczne. Nic nie wskazuje na to, by powszechna lewoskrętność makrocząsteczek wynikała z jakiegoś fundamentalnego i nieuniknionego ograniczenia nakładanego przez biochemię na życie. Uzasadnione wydaje się więc przekonanie, że świadczy ona o ich pochodzeniu od wspólnego przodka.

Może jeszcze mocniejszym argumentem jest uniwersalność kodu genetycznego. Znaczenie poszczególnych „słów” kodu jest niemal takie samo w całej biosferze. Te same trójki nukleotydów DNA prawie zawsze odpowiadają tym samym aminokwasom. Spektakularnym tego dowodem są sukcesy inżynierii genetycznej. Uniwersalność kodu genetycznego nie dowodziłaby je-

dnoznacznie pochodzenia wszystkich gatunków od wspólnego przodka, gdyby istniały jakiegokolwiek chemiczne przyczyny determinujące związek między „słowa” kodu a ich znaczeniem. Wydaje się jednak, że takich przyczyn nie ma. Kod genetyczny odzwierciedla zapewne — jak to określa Francis Crick, jeden z jego odkrywców — zamrożony przypadek, czyli przypadkową konfigurację odziedziczoną przez współczesne organizmy po ich pradawnym przodku.

To prawda, że mitochondria (małe organella wewnątrzkomórkowe) posługują się nieco odmiennym kodem. Najprawdopodobniej jednak reprezentują one relikty bardzo prymitywnych organizmów sprzed zamrożonego przypadku, włączonych jako symbionty w obręb bardziej skomplikowanych komórek. Jeszcze inny kod stosują pewne orzęski, ale tylko w niewielkim stopniu osłabia to tezę, że skoro ten sam kod genetyczny występuje niemal u wszystkich organizmów, a nie widać po temu żadnych przyczyn chemicznych (nie ma powodu, żeby ta właśnie a nie inna trójka nukleotydów oznaczała jakiegokolwiek konkretny aminokwas), trudno przypuścić, żeby spowodowane to było czymś innym niż wspólnotą ich pochodzenia.

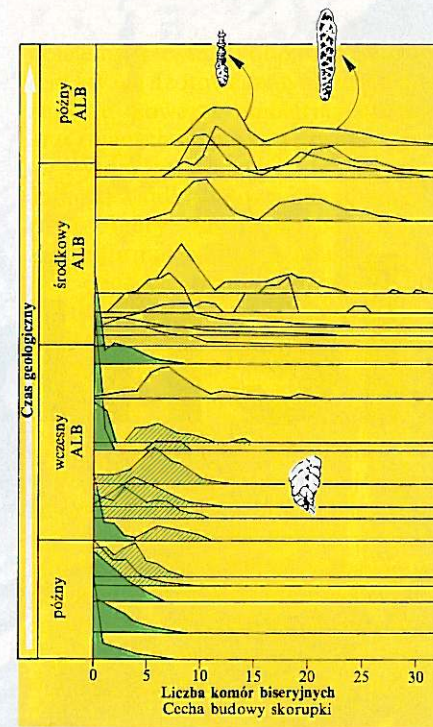
Wreszcie, struktura systematyczna biosfery wydaje się w pełni naturalna. To znaczy, że niezależnie od kryteriów klasyfikacji organizmów dochodzimy

do tej samej hierarchii systematycznej. Przykładem systematyki sztucznej może być klasyfikacja guzików, bo zależnie od tego, czy za najważniejsze kryterium uznamy ich kolor, wielkość, czy też kształt, rezultat będzie zupełnie odmienny. I to jest wystarczający dowód, że owe guziki powstawały niezależnie od siebie. Natomiast klasycznego przykładu naturalności systematyki biologicznej dostarcza porównanie klasyfikacji motyli na podstawie morfologii ich skrzydeł z systematyką posługującą się chemiczną budową ich barwników. Jeszcze bardziej spektakularnym dowodem jest zdumiewająca trwałość — w dobie technik tak nowoczesnych jak hybrydyzacja i sekwencjonowanie DNA — klasyfikacji organizmów wypracowanej, w swych zasadniczych ryśach, jeszcze przed Darwinem. Ta naturalność struktury systematycznej biosfery świadczy o jej ewolucyjnym pochodzeniu, bo powstawanie gatunków wskutek rosnącego rozgałęziania się pierwotnie wspólnego pnia nieuchronnie narzuca biosferze jej spójną strukturę hierarchiczną.

Wszystkie te argumenty na rzecz ewolucji jako mechanizmu powstawania gatunków mają jednak charakter czysto indukcyjny; polegają na wnioskowaniu z obecnego stanu wiedzy. Ale indukcja nie dostarcza (i nie może dostarczyć) rozstrzygających dowodów o naturze i dziejach świata. Zawsze mogą się zdarzyć nowe odkrycia, zaprzeczające dotychczasowym indukcyjnym uogólnieniom. Innymi słowy, żaden z przytoczonych powyżej argumentów nie dowodzi (i pewnie żaden nie może dowieść), że koncepcja ewolucji wyjaśnia pochodzenie gatunków. Akceptacja tej koncepcji jest naprawdę dobrze uzasadniona jedynie pod warunkiem zgody na wymóg racjonalnego rozumowania.

„Racjonalność” oznacza w tym kontekście, że stosowane są reguły logiki i że nie wolno się odwoływać do przyczyn nadnaturalnych — przynajmniej dopóty, dopóki procesy naturalne zadowalająco wyjaśniają zjawiska. Co więcej, kryteria rozdziałające naturalne od nadnaturalnego i rozstrzygające, kiedy wyjaśnienie jest zadowalające, muszą być jasno wypowiedziane. Racjonalność jest tu zatem rozumiana bardzo szeroko. Jej akceptacja stanowi jednak sedno światopoglądu naukowego.

W ramach tego światopoglądu koncepcja ewolucji to jedna z najlepiej uzasadnionych hipotez, jakie kiedykolwiek zaproponowano, by wyjaśnić zjawiska naturalne. Dostarcza ona najlepszego dziś racjonalnego wyjaśnienia dla uni-



Jeden z nielicznych przypadków zapisu kopalnego stanowiącego prawdziwy dowód, że gatunek powstał z innego gatunku w drodze ewolucji. Gatunek otwornic benthicznych z rodzaju *Spiroplectamina* uległ w trakcie środkowej kredy (nieco ponad 100 milionów lat temu) stopniowemu podziałowi na dwa wyraźnie odrębne gatunki potomne

Rys. Brunon Nowicki

wersalności kodu genetycznego i maszyny biochemicznej życia, dla naturalności hierarchii systematycznej organizmów i dla następstwa form życia w zapisie kopalnym. Udokumentowana jest równie przekonująco jak grawitacja.

Racjonalność jednakże to tylko jeden z możliwych sposobów myślenia o świecie. Równie dobrze można by preferować na przykład poznanie mistyczne. I nie ma żadnego oczywistego powodu, by uznać, że to właśnie racjonalność jest najlepsza. Co więcej, kryteriów racjonalności nie sposób wyznaczyć obiektywnie i raz na zawsze. To, co racjonalne tu i teraz, nie musiało być racjonalne dla starożytnych Greków ani nawet dla Lyella czy Darwina; i *vice versa*. Ponieważ jednak kryteria racjonalności istnieją historycznie, to, co racjonalne dla mnie, jest także racjonalne dla moich współczesnych kolegów naukowców (choć są też, rzecz jasna, przypadki sporne).

Opcja na rzecz racjonalności a więc i nauki — to wybór podyktowany wiarą. Ale kto już raz tego kroku dokonał, kto zdecydował się na racjonalność myślenia o świecie, ten musi zaakceptować tezę, że koncepcja ewolucji to najlepsze dostępne dziś na rynku idei wyjaśnienie pochodzenia gatunków. I w tym właśnie sensie koncepcja ewolucji nie stanowi przed-

miotu sporu na gruncie nauki. Jest równie dobrze uzasadniona jak grawitacja, ale też równie zależna od opcji na rzecz racjonalności.

Ten wniosek dotyczy także i natury, i historii człowieka jako gatunku biologicznego. Człowiek również ma swoje miejsce w geologicznym następstwie form życia i w hierarchii systematycznej biosfery. W organizmie ludzkim funkcjonuje uniwersalny kod genetyczny i biochemiczna maszyna komórkowa. *Homo sapiens* to część biosfery, gatunek biologiczny wyposażony w długą historię ewolucyjną. Ta konkluzja nie implikuje jednak tezy, że człowiek to po prostu gatunek biologiczny — jak każdy inny. Taka teza, a również i teza wręcz przeciwna, wymaga bowiem jeszcze jednego wyboru podyktowanego wiarą. Część biologów ewolucyjnych dokonuje jednego wyboru, inna część idzie w przeciwnym kierunku, a jeszcze inna powstrzymuje się od sądu. Każdy z tych wyborów ma za sobą wielowiekową tradycję.

Ta różnorodność przekonań o naturze ludzkiej nie powinna nikogo zaskakiwać. Wszak nie mamy pewności, czym jest świadomość (i samoświadomość) ani nawet, w jaki sposób stwierdzić jej obecność. Można twierdzić, że świadomość zostanie kiedyś w przyszłości całkowicie wyjaśniona procesami fizykochemicznymi; ale można też sądzić, że redukcjonizm to strategia naukowa, która nigdy nie doprowadzi do zrozumienia, na czym polega świadomość; i można postulować, że świadomość w ogóle nie poddaje się badaniom naukowym, że należy ona do sfery filozofii, religii i poezji. W tym miejscu kończy się racjonalność biologa. I dlatego religijną koncepcję człowieka można znakomicie pogodzić z ewolucją. Już dawno zdał sobie z tego sprawę katolicyzm, akceptujący ewolucję jako mechanizm powstania ludzkiego organizmu i mózgu, ale Bogu przypisujący stworzenie duszy (a więc i świadomości).

Jako biologowie ewolucyjni, nie spieramy się na ten temat. Nasz consensus potwierdza jedynie, że na gruncie racjonalnego myślenia ewolucja to najlepsze dostępne dziś wyjaśnienie zróżnicowania gatunkowego biosfery. I że to przeświadczenie stanowi punkt wyjścia do prawdziwych sporów o ewolucję, do fascynujących pytań — jak i dlaczego?

Antoni Hoffman

Dr hab. ANTONI HOFFMAN jest docentem w Instytucie Paleobiologii PAN, uczy też biologii w I Społecznym Liceum Ogólnokształcącym w Warszawie.

Kamienie nie z tej Ziemi

Figury Widmanstättena. Fragment meteorytu żelaznego, Gibson (Namibia, Afryka)

Od lat trwa nieustanna inwazja przybyszów z kosmosu na naszą planetę. Pojawiają się tłumnie w oślepiającym blasku i huku gromów lub pojedynczo, niemal niepostrzeżenie. Każdego roku przybywa ich około trzystu tysięcy.

Przeważająca większość ginie w oceanach. Ci, którzy lądują na suchym gruncie, zachowują się niezwykle spokojnie. Leżą i czekają: znajdują, czy nie znajdują? Przeważnie nikt ich nie zauważa. Jeśli nie staniemy im na drodze podczas lądowania, nic nam później z ich strony nie grozi. Najeźdźcami są bowiem kawałki skał pochodzące z innych ciał naszego Układu Słonecznego. Ich nazwa brzmi: **meteoryty**.

Ziemia nie przeważnie również nie stanowi dla przybyszów zagrożenia. Ogromna większość ludzi traktuje meteoryty tak samo jak ziemskie kamienie. Czasem się o nie potknie, podniesie i wyrzuci, czasem wykorzysta w gospodarstwie. Istnieje jednak niewielka grupa osób, które uparcie usiłują odnaleźć przybyszów z kosmosu i zamknąć ich w więzieniach zwanych muzeami albo, co gorsza, poddać torturom zwanym badaniami naukowymi. To łowcy meteorytów.

Przyczyna poszukiwania i dręczenia meteorytów jest dokładnie taka sama, jak w każdej historii szpiegowskiej: chodzi o informacje. Przybysze są w posiadaniu wiadomości niezwykle cennych, ale dobrze ukrytych i trudnych do rozszyfrowania. Całe sztaby naukowców zajmują się wydobywaniem tych informacji i konfrontowaniem z wiadomościami pochodzącymi z innych źródeł. Dzięki temu znacznie wzbogaca się nasza wiedza o budowie i historii Układu Słonecznego.

Sekrety meteorytów

Najczęściej odnajdywane są meteoryty żelazne. Różnią się najbardziej od ziemskich kamieni i dlatego zwracają na siebie uwagę, chociaż często znalazcy nie wiedzą, co z nimi zrobić i traktują tylko jako osobliwość. Pewien meksykański hodowca bydła znalazł duży meteoryt żelazny o kształcie przypominającym miskę i przez dwadzieścia lat nalewał weń wodę dla psa. Dopiero handlarz kupujący u niego bydło zainteresował się dziwnym naczyniem i rozpoznał w nim meteoryt. Hodowca był mile zaskoczony, gdy za psią „miskę” zaofiarowano mu nowy samochód dostawczy (pies musiał zadowolony się nowym, ziemskim naczyniem).

Żelazo meteorytowe różni się od żelaza wytwarzanego przez ludzi budową wewnętrzną, która ujawnia się, gdy wypolerowaną powierzchnię meteorytu

polejemy słabym alkoholowym roztworem kwasu azotowego. Najczęściej ukazuje się wówczas regularna struktura krzyżujących się pasków, zwana figurami Widmanstättena — od nazwiska jednego z odkrywców. Znanie od 1808 roku figury zawierają bardzo ważne informacje, które udało się jednak odczytać dopiero przed 30 laty. Dzięki wynikom badań metalurgicznych stwierdzono wówczas, że meteoryty żelazne powstały w wyniku tak powolnego stygnięcia stopu żelaza i niklu, że w ciągu miliona lat jego temperatura spadała zaledwie o kilka stopni.

W przestrzeni kosmicznej panuje nieprawdopodobny mróz. Nie odczuwamy tego, otuleni kołdrą ziemskiej atmosfery, ale już na pozbawionym przykrycia Księżycu temperatura spada w nocy do -160°C . W obszarach skąd pochodzą meteoryty jest jeszcze zimniej. Kawalek żelaza o wielkości nawet największego meteorytu ostygnie w takich warunkach błyskawicznie. Meteoryty żelazne muszą więc być odłamkami dużego ciała. Gdyby jednak składało się ono wyłącznie z żelaza, musiałoby mieć rozmiary Ziemi, ażeby stygnąć tak wolno.

Istnienie tak dużej bryły żelaznej w Układzie Słonecznym jest sprzeczne

meteoryty stygły w tempie 1°C na milion lat (choć do głowy im wówczas nie przyszło, że zostaną meteorytami). Planetki o takich rozmiarach krążą między Marsem a Jowiszem.

Pod koniec XVIII wieku została wymyślona reguła Titiusa-Bodego: Empiryczny wzór, do którego wstawiano kolejne liczby naturalne i otrzymywano rozmiary orbit kolejnych znanych planet. Ze wzoru tego wynikało jednak, że między Marsem i Jowiszem jednej planety brakuje. W roku 1801 odkryto taką planetę, ale zaraz potem drugą, trzecią i następną. Zamiast jednej brakującej planety znaleziono więc dziesiątki, a później setki planetek. Pojawiła się więc hipoteza, że planeta, która istniała niegdyś między Marsem i Jowiszem, została rozbita na kawałki w wyniku jakiegoś kataklizmu i teraz krążą tam jej resztki.

Meteoryty żelazne dostarczyły jednak dowodów, że to nieprawda. Stwierdzono, że różne meteoryty stygły w różnym tempie, pochodzą zatem z wnętrza różnych planetek. Różnią się też zawartością niklu, nie mogły więc powstać w tym samym kosmicznym „piecu hutniczym”. Ponadto jedne znalazły się w porządku rozgrzanym „piecu”, gdyż

Meteoryt kamienny
Calalong Creek,
Australia Zachodnia.
Pochodzi z Księżycza



z innymi obserwacjami astronomicznymi, więc wymyślono bardziej realny sposób zapewnienia powolnego stygnięcia: Wystarczy bryłę stopionego żelaza z niklem przykryć odpowiednio grubą „kołdrą” ze skał, które przewodzą ciepło znacznie gorzej niż metal. Innymi słowy, meteoryty żelazne są odłamkami materii, która tworzyła kiedyś wnętrze małej planety, czyli — planetki. Obliczono, że dla zapewnienia stygnięcia w tempie 10°C na milion lat wystarczyła planetka o średnicy 70 km. We wnętrzu planetki o średnicy 200 km

zawierają niemal czysty stop żelaza i niklu, inne natomiast są źle wytopione i zanieczyszczone krzemianami, siarczkami żelaza i innymi związkami chemicznymi. Między Marsem i Jowiszem powstało więc od razu kilkadziesiąt planetek zamiast jednej dużej planety. Planetki zderzały się ze sobą i rozбивały na kawałki, które — nie bez udziału Jowisza — spadły nawet na Ziemię.

Skoro na naszą planetę trafiają odłamki żelaznych jąder planetek, to muszą także docierać resztki skał osłaniających jądra przed kosmicznym mrozem. Oczy-

wiście docierają, ale znacznie trudniej jest je rozpoznać. Wprawdzie Ziemia również ma żelazne jądro otoczone skałami, lecz ziemskie żelazo jest schowane głęboko we wnętrzu i nadal płynne — nie pomylimy go więc z żelazem meteorytowym. Natomiast skały ziemskie znajdują się na powierzchni, a wiele z nich jest zbudowanych z tych samych składników co skały planetek mających żelazne jądra. Meteoryty kamienne z tych planetek wyglądają więc na oko tak samo jak ziemskie **bazalty** lub **gabro**. Jeśli nie zostaną znalezione zaraz po spadku na Ziemię, gdy po nadtopieniu w ziemskiej atmosferze otacza je cienka skorupka, później nawet specjaliści z trudem odróżniają je od ziemskich kamieni.

Mimo tych trudności meteoryty takie są znajdowane i również dostarczają bardzo ciekawych informacji. Naukowcy potrafią, na podstawie małych domieszek pierwiastków radioaktywnych, określić wiek skały, czyli powiedzieć, jak dawno temu zakrzepła ona z gorącej, płynnej magmy do obecnej postaci twardej skały. Okazało się, że meteoryty kamienne, będące odłamkami skał osłaniających żelazne jądra planetek, mają przeważnie 4.5 miliarda lat. Powstały zatem zaraz po uformowaniu się Układu Słonecznego. Nie ma w tym nic dziwnego, ciała bowiem tak małe, jak planetki, szybko tracą ciepło wydzielane przez pierwiastki radioaktywne i stygły; zwłaszcza że krążyły daleko od Słońca. Zaskakujące było natomiast znalezienie bazaltowych meteorytów mających zaledwie 1.3 miliarda lat.

Skały bazaltowe powstają, gdy roztopiona magma wylewa się z wnętrza planety na powierzchnię, na przykład poprzez wulkan, i zastyga. Wszystkie planetki ostygły bardzo dawno temu. Nawet na Księżycu najmłodsze bazalty liczą sobie 3 miliardy lat. Płynna magma jest tylko pod powierzchnią Ziemi i Wenus, ale ta ostatnia ma za duże przycią-

Meteoryt kamienny — achondryt — szergottyt Zagami (Nigeria, Afryka). Prawdopodobnie pochodzi z Marsa



ganie i za grubą atmosferę, by pozwolić uciec jakiemuś kawałkowi skały. Pozostaje Mars, który 1.3 miliarda lat temu mógł być jeszcze aktywny geologicznie, czyli mógł mieć płynną magmę niezbyt głęboko pod powierzchnią. „Młode” meteoryty bazaltowe muszą więc pochodzić z Czerwonej Planety. Zostały zapewne wyrzucone podczas zderzenia z niedużą planetką, która wybiła na Marsie krater o średnicy około 200 km.

Do takiego wniosku doszło kilku badaczy meteorytów 13 lat temu, ale ich wniosek został przyjęty z niedowierzaniem. Większość naukowców uważała, że tak silne zderzenie, po którym kawałki skał zostały wyrzucone w przestrzeń kosmiczną, powinno rozbić skały na proszek. Gdyby wyrzucanie skał przy zderzeniach było możliwe, to przede wszystkim znajdowano by meteoryty z Księżycza.

Oponenci cieszyli się dobrym samopoczuciem tylko przez 3 lata: 10 lat temu meteoryty z Księżycza się znalazły. Przyczyna ich skutecznego ukrywania się leżała w ogromnym podobieństwie do ziemskich bazaltów. Gdyby obok małych, ciemnych okruchów skał, które zostały przywiezione z Księżycza przez statki *Apollo*, położyć okruch ziemskiego bazaltu, nikt nie zauważyłby różnicy. Dlatego pierwsze meteoryty z Księżycza znaleziono na Antarktydzie, gdzie każdy kamień spoczywający na grubej pokrywie lodowej musi pochodzić z kosmosu. Porównanie ich ze skałami zebranych na Księżycu nie pozostawiło żadnych wątpliwości co do ich pochodzenia. Zgodność była idealna. Do dziś odkryto kilkanaście różnych meteorytów księżycowych; nie tylko na Antarktydzie, lecz także na pustyniach Australii.

Badacze meteorytów potrafią także określić, jak długo meteoryt przebywał w kosmosie po wydostaniu się z ciała macierzystego. Z uzyskanych informacji wynika, że przed upadkiem na Ziemię meteoryty krążyły w kosmosie przeważnie przez kilkadziesiąt milionów lat. Księżycowe meteoryty mają bliżej, więc na przykład największy z dotąd znalezionych potrzebował 100 tysięcy lat na przedostanie



Meteoryt kamienny — achondryt — eukryt Stannern (Czechosłowacja). Przekrój. Na górze widoczna lśniąca, nadtopiona w atmosferze powierzchnia

się z Księżycza na Ziemię, gdzie w lodach Antarktydy przeleżał 30 tysięcy lat, zanim go znaleziono. Wynika stąd, że 130 tysięcy lat temu w Księżyc uderzyła niewielka planetka, wybijając krater i wyrzucając niektóre kawałki w kosmos.

Skarbnica informacji

Wiadomości, jakie uzyskano badając wymienione dotąd meteoryty, są drobniostką w porównaniu z tymi, które udało się wydobyć z nieefektywnych, rzadko spotykanych i trudnych do rozpoznania meteorytów zwanych **chondrytami węglistymi**. Wyglądają one jak grudy ziemi zmieszanej z drobnymi śmieciami. Tylko nadtopiona w atmosferze powierzchnia wskazuje, że mamy do czynienia z przybyszem z kosmosu. Dlatego rzadko znajduje się chondryty węgliste, których spadku na Ziemię nie obserwowano.

Skład chemiczny chondrytów węglistych okazał się, z nielicznymi wyjątkami, zgodny ze składem chemicznym atmosfery Słońca — tak, jakby to kawałek Słońca oderwał się, ostygł i zlepil w bryłkę. Badanie wieku tych meteorytów pokazało jednak, że są one równie stare, jak Słońce i cały Układ Słoneczny — mają 4.6 miliarda lat. Naukowcy uważają więc, że są to kawałki materii, z której tworzyło się Słońce i wszystkie planety. Te ostatnie jednak ogrzały się i stopiły; materia wymieszana się w nich i rozdzieliła na żelaznikowe jądro i krzemianowe skały. W chondrytach węglistych natomiast materia nigdy nie została ogrzana do wysokiej temperatury i płytki materii międzygwiazdnej pozostały takie, jakie były 4.6 miliarda lat temu. Zlepiły się tylko ze sobą.

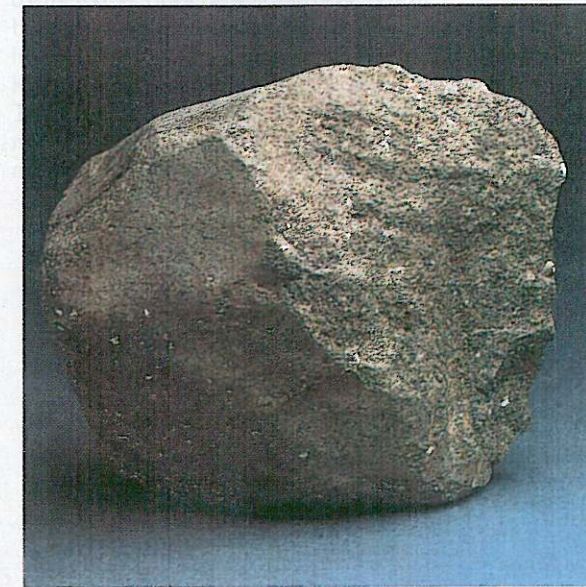
Na „śmieci” widoczne w ziemistej materii składają się dwa rodzaje obiektów. Białawe kłaczkami tworzą związki chemiczne glinu i tytanu. Okazało się, że proporcje izotopów wapnia, tytanu i innych pierwiastków są w tych kłaczkach inne

niż gdziekolwiek w Układzie Słonecznym. Oznacza to, że kłaczkami pochodzą z innych słońc.

Drugi rodzaj obiektów to malutkie, okrągłe bryłki krzemianów żelaza i magnezu, zwane chondrami. Ich budowa wskazuje na to, że były one kropelkami stopionej materii, które bardzo szybko ostygły. Jest ich więcej niż kłaczków i występują nie tylko w chondrytach węglistych, ale także w **chondrytach zwyczajnych**, które najczęściej spadają na Ziemię. Przyczyna szybkiego stopienia materii, powstania kropelki i ich szybkiego skrzepnięcia nie jest jeszcze dokładnie znana. Również i one zawierają izotopy pierwiastków w proporcjach odmiennych niż inne ciała Układu Słonecznego.

Ziemiasta masa łącząca kłaczkami i chondrytami składa się z bardzo drobnych ziarenek pyłu międzygwiazdowego, który tworzą ziarenka węgla w postaci sadzy, granitu, a nawet diamentu, ziarenka uwodnionych krzemianów, karborundu, magnezytu, drobne odłamki materii kłaczkowej i chondr, jak również drobinki materii organicznej łącznie z najprostszymi aminokwasami. Zdarzają się chondryty węgliste zbudowane tylko z tej ziemistej masy,

Meteoryt kamienny — chondryt węglisty Allende (Meksyk)



bez kłaczków i chondr. Należy do nich chondryt węglisty Orgueil, którego kawałek można zobaczyć w Muzeum Mineralogicznym we Wrocławiu.

Źródłem pyłu międzygwiazdowego są gwiazdy, w których wodór jest nieustannie przerabiany na cięższe pierwiastki chemiczne, do żelaza włącznie. Jeszcze cięższe pierwiastki powstają podczas wybuchów supernowych, które kończą istnienie gwiazd znacznie masywniejszych



Meteoryt kamienny — chondryt węglisty Murchison (Australia). Przekrój, dziesięciokrotne powiększenie. Prawdziwy pył gwiazdowy: zawiera 12 proc. wody, aminokwasy i inne związki organiczne

od naszego Słońca. Chmura rozgrzanych gazów, wyrzucona podczas takiego wybuchu, stygnie rozpraszając się po zimnym kosmosie. Gazy łączą się w związki chemiczne, zestalają i tworzą pyłki i kłaczkami. Fale uderzeniowe wytwarzane podczas kolejnych wybuchów supernowych mieszają ten pył, zgęszczają i inicjują powstanie następnych gwiazd i planet wokół nich.

Materia wydostaje się z gwiazd nie tylko podczas wybuchów. Gwiazdy przez cały czas „parują”, wysyłając w przestrzeń drobne, w porównaniu ze swym ogromem, ilości materii. Nazywamy to zjawisko wiatrem gwiazdowym. W chondrytach węglistych znaleziono izotopy pierwiastków, o których wiadomo, że powstają we wnętrzach gwiazd zwanych czerwonymi olbrzymami, które nie wybuchają, ale tracą materię poprzez wiatr gwiazdowy. Izotopy te musiały więc uciec z wiatrem, błąkały się przez pewien czas w przestrzeni, aż znalazły się w obłoku, z którego zaczął powstawać Układ Słoneczny.

W chondrycie węglistym Allende znaleziono nadwyżkę izotopu magnezu-26. Jedynym źródłem tej nadwyżki może być radioaktywny izotop glinu-26 powstający podczas wybuchu supernowej. Izotop ten jest bardzo nietrwały jak na warunki kosmiczne: jego czas połowicznego rozpadu wynosi tylko 700 tysięcy lat, czyli po tym okresie połowa glinu-26 zamienia się w magnez-26. Występowanie nadwyżki tego ostatniego w chondrycie oznacza zatem, że supernowa wybuchła blisko i najprawdopodobniej ten wybuch zapoczątkował powstanie Układu Słonecznego.

Rozpadaniu się glinu-26 towarzyszy wydzielanie się ciepła. Jeśli więc ten izotop glinu znajdzie się wewnątrz planetki świeżo zlepionej z materii chondrytowej i dostatecznie dużej, aby nie pozwolić na szybką utratę ciepła, to wszystkie chondrytowe składniki zostaną ogrzane i stopione. Znikną wtedy wszelkie ślady pochodzenia materii z różnych gwiazd, materia wymiesza się, wytopione z magnezytu żelazo osiądzie w środku, krzemiany powędrują ku powierzchni i powstanie planetka, której kawałki już znamy jako meteoryty żelazne i kamienne. Ze względu na krótki czas życia izotopu glinu źródło ogrzewania szybko się wyczerpie i planetka zacznie powoli stygnąć. Wtedy w żelazie zaczną się tworzyć kryształy dające figury Widmanstättena. Obecność magnezu-26 w chondrytach węglistych, gdzie na szczęście glinu-26 było za mało, aby stopić materię i zatrzeć wszystkie ślady, jest poważnym argumentem za tym, że tak właśnie było.

Polowanie na meteoryty

Wzrost zainteresowania badaniami kosmosu, wywołany lotami statków załogowych i bezzałogowych, przyczynił się do poświęcenia bacniejszej uwagi meteorytom nie tylko przez naukowców, ale również przez kolekcjonerów. Pierwsi poszukują nowych okazów mogących potwierdzić (lub podważyć) hipotezy dotyczące budowy i powstania Układu Słonecznego. Drudzy chcą mieć przyjemność posiadania rzadkich, a więc cennych, okruchów materii z innego świata. W ten sposób wzrosła także liczba poszukiwaczy meteorytów.

„Najgorszym” krajem dla przybyszów z kosmosu są Stany Zjednoczone. Bez trudu można tam dostać listy gończe z wizerunkami kosmicznych najeźdźców, zwane katalogami i przewodnikami do rozpoznawania meteorytów. Za odnalezienie i dostarczenie meteorytu otrzymuje się tam godziwą zapłatę. Setki kolekcji są

GDZIE W POLSCE MOŻNA ZOBACZYĆ METEORYTY?

Muzeum Mineralogiczne
ul. Cybulskiego 30, Wrocław

Wśród ogromnego bogactwa różnorodnych minerałów zapelniających gabloty nie odnajdą Państwo meteorytów. Ale na specjalne życzenie (za dodatkową opłatą), pracownicy muzeum wydobędą z ukrycia i pokażą prawdziwe skarby:

Chondryt węglisty **Orgueil** (Francja); Chondryt **L'Aigle** (Francja), od którego zaczęły się w 1803 roku poważne badania meteorytów. Weznie doniesienia o spadku kamieni z nieba traktowano jak dziś doniesienia o UFO;

Pallasyt **Krasnojarsk**, czyli **Żelazo Pallas**; Meteoryt żelazny **Gibeon** (Namibia);

Unikalny meteoryt żelazno-kamienny **Steinbach** (Czechosłowacja) i wiele innych okazów.

Zakład Geologii Dynamicznej
Instytutu Nauk Geologicznych PAN
ul. Senacka 3, Kraków

Najbogatszy zbiór w Polsce Meteoryty żelazno-kamienne — pallasyt **Imilac** i **mezosyderyt Vaca Muerta** przywiezione z Chile i подарowane przez Ignacego Domeykę;

Meteoryty, które spadły w Polsce — **chondryt Grzempy**, **mezosyderyt Łowicz**, **meteoryt żelazny Morasko**, **chondryt Pułtusk**;

Meteoryty żelazne — **Canyon Diablo** (USA), **Gibeon** (Namibia), **Sichote-Alin** (ZSRR);

Meteoryty kamienne — achondryty — eukryty: **Pasamonte** (USA), **Stannern** (Czechosłowacja) i mnóstwo innych. Udostępniane na życzenie po wcześniejszym umówieniu się.

Muzeum Ziemi PAN
Al. Na Skarpie 27, Warszawa
Stale dostępne dokładne kopie meteorytów **Łowicz** i **Pułtusk**. Na specjalne życzenie można zobaczyć oryginały.

Planetarium Muzeum
Mikołaja Kopernika, Frombork
Fragmenty meteorytów: **Imilac** (Chile), **Tenham** (Australia), **Canyon Diablo** (USA) zobaczyć może codziennie każdy, kto wykupi bilet na seans w planetarium.

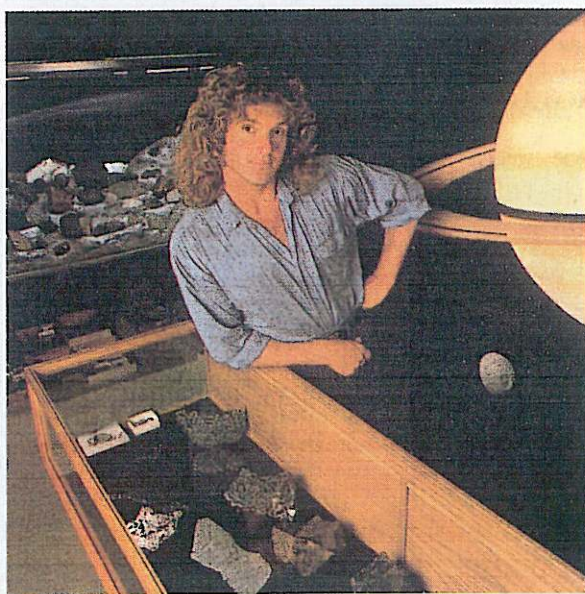
Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38, Olsztyn
Mezosyderyt Łowicz i okrucy gruntu księżycowego eksponowane w godzinach otwarcia planetarium.

Are you interested in meteorites?

Write to:
Society of Meteoritophiles
9 Airedale, Hadrian Lodge West
Wallsend, Tyne & Wear
United Kingdom NE28 8TL

dostępne dla zwiedzających, aby mogli oni dokładnie zobaczyć, jak przybysze wyglądają. Każdy może sobie kupić meteoryty i utworzyć prywatną kolekcję. Dlatego w tym kraju odnajduje się najwięcej meteorytów.

Jeszcze do niedawna zupełny spokój miały meteoryty leżące na Antarktydzie. Dziesięć lat temu jednak Japończycy, a w ślad za nimi Amerykanie, rozpoczęli systematyczne przeszukiwanie pól lodowych. Znalezione kilka tysięcy nowych okazów. Ponieważ meteoryty antarktyczne nie są zanieczyszczone związkami organicznymi ziemskiego pochodzenia, więc upewniono się, że związki organiczne występujące w chondrytach węglistych rzeczywiście pochodzą z kosmosu.



Robert A. Haag z prywatną kolekcją meteorytów. Większość publikowanych zdjęć pochodzi z jego katalogu. Chcesz kupić meteoryt? Napisz do niego: Robert A. Haag — Meteorites, P.O. Box 27527, Tucson, AZ 85726, USA

W Polsce przybysze z kosmosu żyje się jak u Pana Boga za piecem. Mało kto tu wie, jak meteoryty wyglądają i gdzie je można zobaczyć. Nieliczne kolekcje są dobrze ukryte i rzadko odwiedzane. Książki o meteorytach ukazują się bardzo rzadko i brak w nich dobrych wizerunków kosmicznych najeźdźców. Nie ma zespołu śledczego zajmującego się poszukiwaniem, rozpoznawaniem i badaniem meteorytów. Dlatego poza rzadkimi przypadkami, gdy przybysze z kosmosu lądują gromadnie i z wielkim hałasem, nie znajduje się w Polsce meteorytów.

Sytuacja ta zaczyna się jednak zmieniać. W olsztyńskim planetarium powstaje ośrodek informacji o meteorytach ze stałą wystawą, gdzie każdy będzie mógł zobaczyć, jak kosmiczni goście wyglądają, dowiedzieć się, jak ich rozpoznać albo przekonać się, czy kamień, który wydaje się dziwny, nie jest przypadkiem meteoritem. Z planetarium współpracuje zreorganizowana Sekcja Meteorów i Meteorytów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, która po-

maga zdobyć wiadomości o meteorytach, zaopatrzyć się w katalogi z ich zdjęciami czy nawet kupić nieduże kawałki meteorytów. Do grona poszukiwaczy meteorytów dołącza teraz „Wiedza i Życie” informując:

Jak rozpoznać meteoryt?

Według ostatnich ocen, każdego roku na każdy milion kilometrów kwadratowych Ziemi spada 560 meteorytów, z których każdy waży przynajmniej 100 g. Jak łatwo policzyć, na teren Polski trafia rocznie 175 meteorytów. Skoro od 1935 roku prawie nic nie znaleziono, to można się spodziewać, że niemal 10 tysięcy meteorytów z ostatniego półwiecza leży sobie gdzieś w Polsce i czeka: znajdą, czy nie znajdą?

Meteoryty bywają:

1. Żelazne. Dają się rozpoznać bez trudu i są najprościej znajdowane, choć stanowią tylko 5.7 proc. wszystkich spadających meteorytów.
2. Żelazno-kamienne. Są najłatwiejsze do rozpoznania, bo nic podobnego do nich nie występuje na Ziemi, ale spada ich tylko 1.5 proc. całej liczby.
3. Kamienne — chondryty. Łatwo zidentyfikować odmiany zawierające dużo żelaza, jak na przykład meteoryt Pułtusk, trudniej — odmiany z małymi domieszkami żelaza. Spada ich najwięcej, bo aż 85.3 proc.
4. Kamienne — achondryty. Niezmiernie trudne do rozpoznania, bo najbardziej podobne do skał ziemskich. Spada ich 7.5 proc., czyli tyle, ile żelaznych



Meteoryt kamienny — chondryt Pułtusk (Polska)

i żelazno-kamiennych razem, ale odnajdywanych jest o wiele mniej.

Przed rozpoczęciem poszukiwań należy zapoznać się z rysopisem poszukiwanych osobników, czyli przestudiować katalog meteorytów i odwiedzić najbliższą ich kolekcję. W Polsce jest to trudne, ale możliwe. W ramce obok podane są adresy, gdzie można zobaczyć meteoryty. Autor chętnie pomoże nabyć katalog, a nawet kawałek meteorytu. Natomiast szukanie meteorytów tylko na podstawie własnego wyobrażenia o tym, jak one powinny wyglądać, jest stratą czasu.

Najprostszym przyrządem do wykrywania meteorytów jest mały magnes zawieszony na sznurku. Praktycznie każdy meteoryt zawiera w sobie dość żelaza, by przyciągnąć magnes. Chondryty węgliste zawierają zamiast żelaza magnetyt, który równie silnie oddziałuje na magnes. Tylko nieliczne i bardzo rzadko spotykane typy achondrytów mogą na magnes nie reagować.

Zawieszony na sznurku magnes wykrywa jednak za dużo. Zareaguje nie tylko na każdy odłamek, leżący na polu od ostatniej wojny, ale także na wszystkie ziemskie skały zawierające w sobie magnetyt. Przeważnie są to kamienie o ciemnej barwie, czasem o porzewiałej powierzchni, z powodzeniem udające meteoryty. Dlatego drugą istotną wskazówką jest obecność przynajmniej śladów nadtopienia powierzchni podczas przedzierania się meteorytu przez powietrze. Znaczna część meteorytów, zwłaszcza żelaznych, ma na powierzchni charakterystyczne płytkie zagłębienia — jakby odciski kciuka — które zostały wypłukane przez wiry powietrza. O ile ślady nadtopienia mogą zostać szybko zniszczone, o tyle zagłębienia są dość trwałe. Jednak wiele meteorytów kamiennych ich nie ma.

Istotną wskazówką jest ciężar właściwy. Ponieważ meteoryty zawierają żelazo i jego związki, są cięższe niż przeciętne ziemskie kamienie o tych samych rozmiarach. To samo można niestety powiedzieć o ziemskich bazaltach i gabrach, które zbudowane są w znacznej mierze z tych samych minerałów co meteoryty kamienne. Dopiero więc znaczna zawartość metalu w meteorycie powoduje, że istotnie różni się on ciężarem od ziemskich kamieni.

Największe szanse znalezienia meteorytu są tam, gdzie widziano, że spadł. W Polsce są to okolice Białegostoku (1827 rok, kamienny — achondryt, bardzo trudny do rozpoznania), Pułtuska (1868 rok, kamienny — chondryt z dużą zawartością żelaza, łatwo rozpoznać),



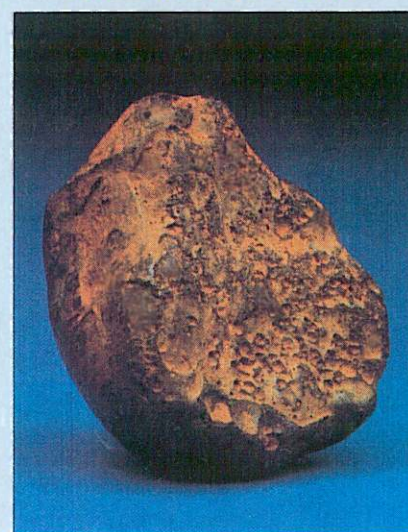
Meteoryt żelazno-kamienny — mezosyderyt Łowicz (Polska). Przekrój. Widać wymieszane i zlepione okrucy żelazne i kamienne

Łowicza (1935 rok, żelazno-kamienny — mezosyderyt, bardzo łatwo rozpoznać, ale dobrze wybierany) i Kłodzka (1969 kamienny — chondryt, widziano, jak spadał, ale nic nie znaleziono). Trzeba jednak pamiętać, że poszukiwanie meteorytu nie upoważnia nikogo do wchodzenia na cudzy teren bez pytania o zgodę. Wiele meteorytów spadło niepostrzeżenie i dlatego warto również przyjrzeć się uważnie kamieniom w swojej najbliższej okolicy. Może ukrywa się wśród nich jakiś przybysz z kosmosu?

Andrzej S. Piłski

ANDRZEJ S. PIŁSKI — astronom zafascynowany meteorytami, członek założyciel Society of Meteoritophiles, międzynarodowego stowarzyszenia miłośników meteorytów z siedzibą w Wielkiej Brytanii. Adres autora: skr. poczt. 6, 14-530 Frombork.

**WANTED
METEORITE**



**\$100
NAGRODY**

100 dolarów nagrody oczekuje każdego, kto odnajdzie i dostarczy do Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego Al. Piłsudskiego 38, 10-450 Olsztyn

METEORYT

o wadze co najmniej 0.5 kg (za mniejszy meteoryt mniejsza nagroda) i udzieli dokładnych informacji o miejscu i okolicznościach znaleziska.

Nagroda wypłacona będzie po zbadaniu znaleziska i udowodnieniu jego pozaziemskiego pochodzenia.

Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne prosi kolekcjonerów meteorytów o przysyłanie informacji o swoich zbiorach w celu włączenia ich do przygotowywanego katalogu meteorytów znajdujących się w polskich kolekcjach.



Ludzie rzadko widują nietoperze. W powszechnym mniemaniu są to zwierzęta mało ciekawe, szare, budzą niepokój i latają bez sensu w ciemnych zaułkach nad naszymi głowami.

W roku 1635 J. Swan ustalił, że nietoperz jest ssakiem. Uznał go jednak za „mysz ze skrzydłami”, a ponadto określił jako stworzenie będące „skundlonym mieszańcem pozbawionym wszelkiego piękna”.

Tymczasem jest to jedno z najbardziej wyspecjalizowanych zwierząt. Jako jedyny ssak nietoperz jest zdolny do aktywnego lotu. Służą mu do tego skrzydła utworzone z dwóch warstw skóry, tworzących błonę lotną. Jest ona podtrzymywana przez wydłużone kości śródreżca i palców kończyny przedniej oraz przyrasta do boków ciała, tylnych nóg i ogona. Przystosowanie nietoperzy do środowiska objawia się także zdolnością do orientacji w przestrzeni za pomocą echolokacji oraz aktywną termoregulacją, pozwalającą na okresową hibernację.

Niewiele do tej pory wiemy o samym pochodzeniu nietoperzy. Amerykański paleontolog G.L. Jepsen sądzi, że hipotetyczny przodek nietoperza był niewielkim nadrzewnym ssakiem owadożernym. Zdobywał pokarm skacząc z drzew i szybując w powietrzu, tak jak to czynią współcześnie niektóre gatunki ssaków, na przykład latające wiewiórki.

Najstarszy kopalny nietoperz pochodzi z wczesnoeocenijskich osadów w stanie Wyoming (USA), liczących około 55 milionów lat, i został nazwany *Icaronycteris index*. Był to już bez wątpienia nietoperz, chociaż wykazywał wiele cech prymitywnych, między innymi obecność pazura także na drugim palcu kończyny przedniej (od tego pochodzi nazwa lacińska). Sądząc po uzębieniu, *Icaronycteris* był dalekim przodkiem współczesnych nietoperzy owadożernych.

Miliony nietoperzy wylatują o zmierzchu z jaskini Bracken Cave w Teksasie, udając się na swe tereny łowieckie



W. WOŁOSZYN

Nie lubiane — nie znane

nietoperze

„...niewiadomi rozumieją go być ptakiem, historycy zaś naturalni liczą go między zwierzętami. Nietoperze nie mają pierza tylko włosy i cztery nożki, którymi się do ścian czepiają; przednie są spojone skórą, która im do latania służy, zęby mają ostre, uszy podwójne i dłuższe od głowy. Blisko przednich



Nietoperz nocek wąsatek (*Myotis mystacinus*) jest jednym z naszych najmniejszych nietoperzy

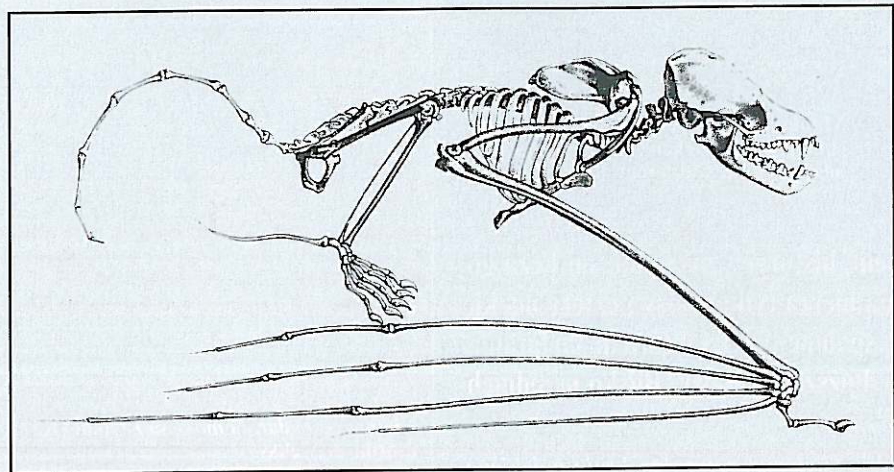
Warto dodać, że najstarsze znalezione w Polsce szczątki nietoperzy liczą około 6 milionów lat. Pochodzą z jaskini w Podlesicach, niedaleko Częstochowy.

Nietoperze spotykane są we wszystkich niemal zakątkach świata, z wyjątkiem rejonów podbiegunowych. Znanych jest około 950 gatunków, należących do 17 rodzin. Są to jednak przede wszystkim zwierzęta tropików. W ciepłych rejonach naszego globu występują najliczniej i są najbardziej zróżnicowane. To bogactwo gatunków nietoperzy zmniejsza się stopniowo w miarę oddalania się od równika. Zadziwia różnorodność tych zwierząt. Są nietoperze

„olbrzymy” o rozpiętości skrzydeł dochodzącej do 2 metrów, jak na przykład rudawka malajska, i nietoperze „karzełki”, których skrzydła mają niewiele ponad 20 centymetrów, na przykład *Cresseonycteris*. Waga ciała największych przekracza 1 kilogram, najmniejsze ważą zaledwie 2 gramy i bez trudu mieszczą się w pudełku od zapalek.

Kolor futerka nietoperzy, podobnie jak u większości zwierząt nocnych, jest mało efektowny. Najczęściej są one szare i brązowe, bywają jednak i niezwykle wyjątki, charakteryzujące się pięknym ubarwieniem i rysunkiem. Zupelnie czarny jest na przykład nasz mopek, a amerykański *Dyclidurus* ma całkowicie białe futerko i skrzydła. Oryginalnie wygląda północnoamerykańska *Eudermama maculatum*, daleki krewniak naszego gacka. Trzy białe plamy na ciemnym grzbiecie tego nietoperza przypominają nieco stylizowany rysunek trupiej czaszki. Z reguły gatunki chroniące się w liściach drzew mają barwy bardziej jaskrawe, jak na przykład północnoamerykańskie *Lasiurus borealis* i *Lasiurus cinereus*. Jednym z najpiękniej ubarwionych nietoperzy jest *Kerivoula picta* z południowo-wschodniej Azji, o jaskrawopomarańczowym futerku i czarnych skrzydłach, przypominająca w locie egzotycznego motyla.

Zoolodzy dzielą nietoperze na dwie grupy: *Megachiroptera* i *Microchiroptera*. Pierwsza z nich obejmuje duże owocożerne nietoperze zamieszkujące tropikalne rejony Starego Świata, czyli Afrykę, Azję i Australię; są to nietoperze o małych uszach i dużych oczach, nie posługujące się w poszukiwaniu pokarmu echolokacją, lecz wzrokiem i węchem. *Microchiroptera*, do których należy większość, bo ponad 600 gatunków nietoperzy, zamieszkują wszystkie kontynenty z wyjątkiem Antarktydy; są przeważnie owa-



Szkielet współczesnego nietoperza nocka dużego (*Myotis myotis*). Wydłużone kości palców i śródreżca kończyny przedniej służą jako szkielet dla błony lotnej. Widoczny wolny kciuk, zaopatrzony w pazur (wg Jepsena, 1970)

dożerne, mają małe oczy i duże uszy. Szukając pożywienia, posługują się głównie echolokacją.

Nietoperze przejawiają dużą specjalizację pod względem pokarmowym. Pewne gatunki chwytają owady, inne łowią ryby bądź polują na żaby i drobne kręgowce. Mogą żywić się owocami, pyłkiem i nektarem kwiatów tropikalnych. Nietoperze wampiry piją krew ssaków i ptaków.

Specjalizacja pokarmowa znajduje często odbicie w budowie ciała nietoperzy. Nietoperze owadożerne, które do łowienia zdobyczy używają echolokacji, są niewielkich rozmiarów. Duże owady chwytają pyszczkiem, mniejsze zaś często zagarniają skrzydłem lub łapią do worka utworzonego z błony ogonowej.

Nietoperze odżywiające się rybami także używają do polowania echolokacji. Latając nisko nad wodą lokalizują rybki, żerujące tuż pod powierzchnią, i chwytają je za pomocą wydłużonych palców oraz szponiastych pazurów tylnych nóg. Najbardziej znany jest amerykański rybak — *Noctilio leporinus* — łowiący w wodach słodkich oraz *Pizonyx viviesi*, który poluje nad słonymi wodami Zatoki Kalifornijskiej.

Nietoperze pyłkożerne, na przykład *Leptonycteris* czy *Choeronycteris*, mają pokryty włoskami język o długości równej 1/3 długości ciała, którym zlizują nektar z dna kwiatu, przy okazji zapylając go.

W tropikalnych i subtropikalnych rejonach Nowego Świata żyją trzy gatunki nietoperzy, które odżywiają się krwią ciepłokrwistych kręgowców. Najbardziej znany i zamieszkujący największy obszar jest wampir *Desmodus rotundus*, atakujący duże ssaki, głównie bydło i konie. Wampiry mają zęby ostre jak brzytwa. Nacinają nimi rowek w skórze ofiary i językiem zlizują napływającą do rowka krew. Te niewielkie nietoperze, o długości ciała nie większej niż 10 centymetrów, potrafią wypić w ciągu nocy do 30 gramów krwi. Czasem wypijają tak wiele krwi, że nie mogą unieść się w powietrze. Według szacunkowych obliczeń, kolonia 100 wampirów wypija rocznie około 730 litrów krwi. Taką ilość krwi ma na przykład 20 koni lub 25 krów, albo 14 600 kurcząt. Wampiry przenoszą wiele chorób, z których najgroźniejszą jest wścieklizna. W niektórych rejonach

Detektory ultrasoniczne

Jak wiadomo, nietoperze posługują się swoistym systemem orientacji przestrzennej. W czasie lotu emitują ultradźwięki, których echo informuje je o przeszkodach. Częstotliwość tych dźwięków jest na ogół różna u poszczególnych gatunków. W ostatnich latach wprowadzono do badań detektory ultrasoniczne, które odbierają ultradźwięki i przetwarzają je na dźwięki słyszalne dla człowieka. Zastosowanie detektorów ultrasonicznych stanowi prawdziwy przełom w badaniach nietoperzy.

Nowa technika pozwala na ciągłą kontrolę stanu populacji tych zwierząt, a także badanie występowania nietoperzy w zależności od ukształtowania terenu, typu roślinności, pory dnia (nocy) itp. Dzięki temu możliwe jest zebranie informacji niedostępnych w inny sposób.

Detektory te wskazują na wyświetlaczu aktualnie odbieraną częstotliwość dźwięku, umożliwiają nasłuch za pomocą głośnika lub słuchawek. Możliwy jest zapis odbieranych ultradźwięków na specjalnym magnetofonie. Najnowsze modele wyposażone są w pojemną pamięć pozwalającą na natychmiastowy zapis emisji.

Ameryki Południowej zwierzęta te są poważnym problemem dla gospodarki i służb medycznych.

Jak na tym tle przedstawiają się polskie nietoperze? Kraj nasz leży tysiące kilometrów na północ od równika i znajduje się w strefie klimatu umiarkowanego. Nic więc dziwnego, że nietoperze są u nas zwierzętami stosunkowo rzadkimi. Żyje ich w Polsce 21 gatunków, wyłącznie owadożernych. Reprezentują zaledwie dwie rodziny: podkowcowate i mroczkowate. Wszystkie gatunki żyjących w Polsce nietoperzy podlegają ochronie. Największe bogactwo gatunków występuje w południowych i zachodnich rejonach Polski.

Niektóre gatunki, jak podkowiec mały i nocek orzęsiony, żyją wyłącznie na południu kraju, inne, jak nocek duży, sięgają po Bałtyk, lecz na północy są rzadkie. Gatunki o zasięgu obejmującym chłodniejsze tereny strefy umiarkowanej, jak mroczek pończocowy i mroczek posrebrzony, występują wprawdzie w całym kraju, ale są znacznie liczniejsze na północy i w górach.

Wszystkie nietoperze mają dobrze funkcjonujące oczy, jednak u większości *Microchiroptera* (czyli nietoperzy owadożernych) wzrok odgrywa przeważnie drugorzędą rolę i większość zbadanych pod tym względem gatunków nie różni barw, a jedynie odcienie szarości.

Zmysłem znacznie ważniejszym od wzroku jest dla tych nietoperzy słuch, umożliwiający posługiwanie się echolokacją, czyli orientacją w przestrzeni za pomocą analizy emitowanych przez zwierzę ultradźwięków.

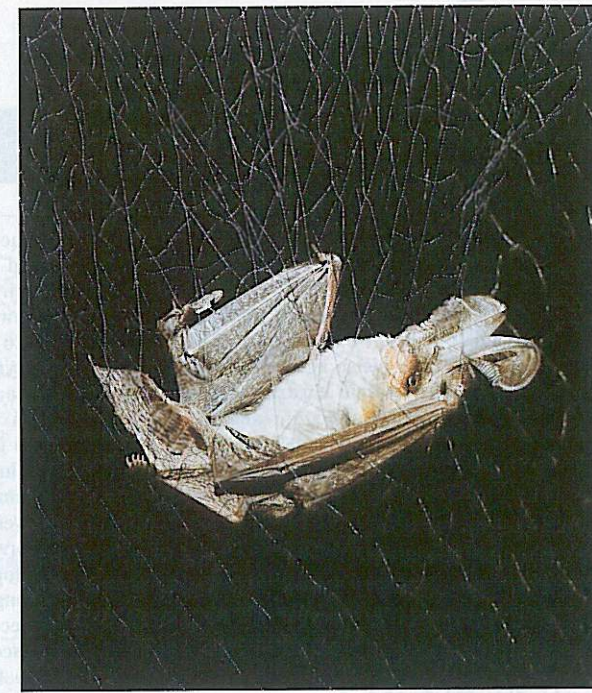
Odkrycie echolokacji przed ponad pięćdziesięciu laty przez uczonych amerykańskich D.R. Griffina i R. Galambosa było sensacją przyrodniczą i pozwoliło na wyjaśnienie zagadki Spalanzaniego, który w końcu XVIII wieku badał orientację przestrzenną nietoperzy, ale nie potrafił jednak zadowalająco jej wyjaśnić, nie pozwalając bowiem na to stan ówczesnej wiedzy. Nawet Griffin, gdy przedstawił w roku 1941 swoje odkrycie, spotkał się z niedowierzaniem zoologów.

Nietoperze emitują dwa podstawowe typy dźwięków. Pierwszy to seria krótkich pisków o modulowanej częstotliwości, trwająca od 0.25 do 15 milisekund (tzw. FM — *frequency modulated*), oraz drugi o stałej częstotliwości dźwięku (tzw. CF — *constant frequency*). Obecnie wiemy, że nietoperze posługują się rozmaitymi systemami echolokacji będącymi kombinacjami tych dwóch typów sygnałów. Zakres słyszalności u nietoperzy jest bardzo duży, od 0.2 do 200 kHz (u człowieka jest on dziesięciokrotnie mniejszy). O doskonałości ich słuchu świadczy też fakt, że

zwierzęta te potrafią rozróżnić dwa sygnały, jeśli odstęp między nimi jest większy niż 0.3 milisekundy, a za pomocą echolokacji nietoperz potrafi identyfikować przedmioty o mikroskopijnej wielkości — od 0.005 mm.

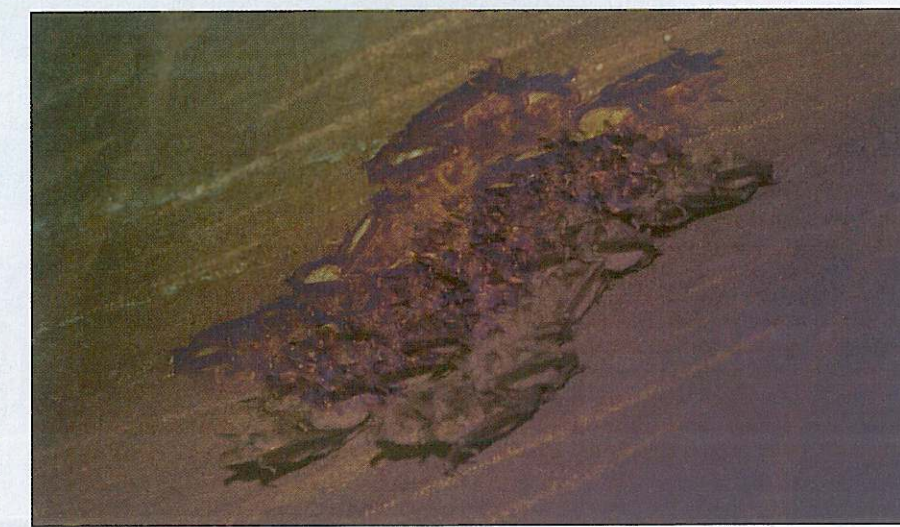
W czasie spokojnego lotu częstotliwość wydawania pisków jest stosunkowo niewielka, wzrasta ona znacznie w czasie zbliżania się do przeszkody lub lokalizowania zdobyczy.

Zbadano, że u nietoperzy z rodziny podkowców (*Rhinolophidae*) istnieją lokalne „dialekty” w częstotliwości podstawowego dźwięku, i tak na przykład podkowiec duży (*Rhinolophus fer-*



Nietoperz gacek wielkouch (*Plecotus auritus*) schwytyany w sieć

Kolonia zimowa nocków dużych hibernująca w Nietoperku. Rezerwat Nietoperzek obejmuje fragment terenów wojskowych położonych w pobliżu Międzyrzecza. W ponad 30-kilometrowym systemie podziemnych korytarzy hibernuje około 25 tysięcy nietoperzy



Z życia nietoperzy

● Sądzi się, że nietoperze często przenoszą wściekliznę. W rzeczywistości przenoszą ją niezwykle rzadko. Najnowsze badania wykazały, że zaledwie około pół procent populacji nietoperzy miało kontakt z tą chorobą, a ponadto chore zwierzęta nie są agresywne. Pod tym względem wielokrotnie bardziej niebezpieczne są na przykład zwierzęta domowe. Jedynie nietoperze wampiry są niebezpieczne, wśród nich bowiem stopień zarażenia jest znacznie wyższy. Wszystkie gatunki wampirów żyją jednak wyłącznie w tropikalnych i subtropikalnych rejonach obydwu Ameryk — nie jest to więc na szczęście nasz polski problem.

● Nietoperze odpoczywają wisząc głową w dół. Nie męczą się jednak przy tym, gdyż dzięki specjalnemu urządzeniu blokowemu w tylnych kończynach pazurki zaciskają się bez udziału mięśni, jedynie pod ciężarem samego zwierzęcia. Zdarza się niekiedy widzieć martwe nietoperze wiszące na ścianie jaskini.

● Nietoperze owadożerne mają bardzo duże znaczenie w kontroli populacji owadów, na przykład licząca ponad 20 milionów osobników kolonia amerykańskiego nietoperza *Tadarida brasiliensis*, która zamieszkuje jaskinię Bracken Cave w Teksasie, zjada w czasie jednej nocy ponad sto ton owadów.

● W czasie lotu nietoperze pracują bardzo ciężko. Serce nietoperza bije wówczas około 800 razy na minutę.

● Nietoperze owoco-, pyłko- i nektarozerne zapylają ponad 200 rodzajów roślin, w tym wiele bardzo użytecznych dla człowieka, takich jak: awokado, banany, drzewa chlebowe, palmy daktylowe, figi, mango i wiele innych.

● Nietoperz potrafi wrócić do swego schronienia z odległości kilkuset kilometrów.

● Guano nietoperzy jest bodaj najlepszym naturalnym nawozem organicznym i w tropikach bywa eksploatowane na skalę przemysłową.

● Nietoperze na ogół nie budują schronień, wykorzystując szczeliny skalne, dziuple itp. Są jednak pewne wyjątki. Niektóre gatunki nietoperzy tropikalnych potrafią budować sobie kryjówki. Na przykład pewne nietoperze z rodziny liścinosych nagryzają w charakterystyczny sposób nerwy liści niektórych gatunków roślin, co powoduje, że liść załamu-

je się, tworząc rodzaj namiotu chroniącego zwierzę przed upałem, deszczem, a także drapieżnikami. Najczęściej są to liście różnych gatunków palm. Dotychczas mamy informacje o 26 gatunkach roślin wykorzystywanych w tym celu przez nietoperze.

● Nietoperze w filatelistyce. Do roku 1982 w 22 krajach emitowano 46 znaczków pocztowych, na których elementem głównym, dodatkowym lub dekoracyjnym były nietoperze. Co najmniej połowa znaczków przedstawiała sylwetkę nieokreślonego bliżej gatunku nietoperza. Najstarszy ze znanych znaczków z nietoperzem został wydany przez pocztę w Hongkongu w roku 1941. Także w serii poświęconej parkom narodowym wydanej w Polsce w roku 1976, na znaczku o nominale 5 zł poświęconym Ojcowskiemu Parkowi Narodowemu, przedstawiono sylwetkę gacka wielkoucha.

● W języku chińskim wyraz-sylaba „fu” ma wiele znaczeń, oznacza on zarówno nietoperze, jak i szczęście, powodzenie. Dlatego też

musi intensywnie poruszać skrzydłami, by utrzymać nieruchomą pozycję.

● Nietoperze z rodzin *Thyropteridae* i *Myzopodidae* na przednich i tylnych kończynach mają przysawki ułatwiające zwierzęciu przyczepianie się do wilgotnej powierzchni liści w lasach tropikalnych.

● Niektóre nietoperze tropikalne mają przezroczyste fragmenty błony lotnej (*dactylopatagium*), co pozwala im obserwować otoczenie nawet wtedy, gdy w czasie spoczynku otulone są skrzydłami.

● Nietoperz *Mysticina tuberculata*, który zamieszkuje Nową Zelandię, jest jedynym znanym dotychczas gatunkiem nietoperza, który potrafi za pomocą pazurów i zębów wygrzebywać sobie jamki — schronienia w powalonych pniach drzewa kauri.

● Dymorfizm płciowy u nietoperzy objawia się zwykle tym, że samice są większe od samców. Czasem jednak bywa odwrotnie, na

Wampir (*Desmodus rotundus*)



w Chinach nietoperze są symbolem szczęścia.

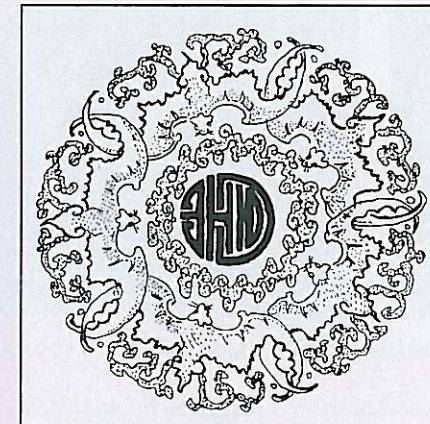
● Nietoperze zajmują ważne miejsce w kulturach religijnych wielu ludów. W mitologii Indian nietoperz był jednym z ważniejszych bóstw.

● Niektóre nietoperze, zwłaszcza gatunki odżywiające się pyłkiem i nektarem, mają zdolność do zawisania w powietrzu, podobnie jak czynią to kolibry. W tym czasie zwierzę

przykład u gatunku *Hypsignathus monstrosus* samce są znacznie większe od samic i mają groteskowy ornament na pysku.

● Jednym z ciekawszych przejawów dymorfizmu płciowego u nietoperzy owocożernych Starego Świata (*Megachiroptera*) są tzw. epolety, czyli pęczki twardych i długich białych lub żółtych włosów wyrastające na barkach samców.

Nietoperze w kulturze



Chiński symbol szczęścia: pięć nietoperzy splecionych skrzydłami, zwróconych w stronę drzewa życia (wg Schobera, 1983)

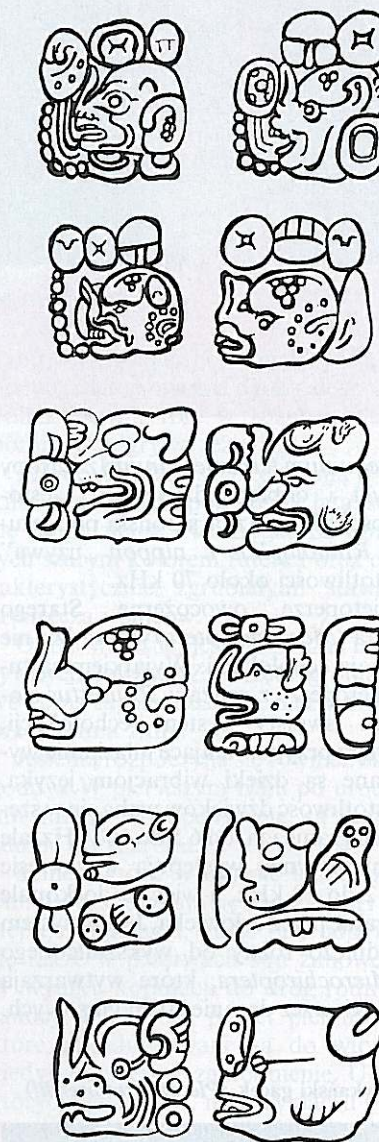
„ptakami czarownic” i uważano za wysłanników diabła. Ta zła sława przetrwała stulecia i do niedawna nietoperze były bezlitośnie zabijane przez zabobonnych mieszkańców wiosek w zachodniej Europie.

W średniowiecznej medycynie ciała tych zwierząt używane były często jako składniki mikstur, miały bowiem stanowić remedium na liczne choroby. Takie medykamenty aplikowano najczęściej przy chorobach gardła, astmie, reumatyzmie, ślepotcie, a także przy łysieniu.

Nietoperze były — i są — przyrządzane na dziesiątki sposobów i chętnie zjadane przez człowieka. Oczywiście nie te małe owadożerne, ale kalongi — duże nietoperze owocożerne, które są przysmakami w wielu rejonach Dalekiego Wschodu i południa.

Wydaje się jednak, że nadchodzą lepsze czasy dla tych zwierząt. W wielu krajach brane są pod ochronę. Zaprzestaje się produkcji zabójczych dla nich środków ochrony roślin, schronienia nietoperzy otaczane są opieką. Nowoczesne urządzenia techniczne pozwalają na badanie tych niezwykłych ssaków i odkrywanie ich sekretów, by nieść im pomoc.

Od stuleci największym wrogiem nietoperzy byli ludzie. Czas, by to się zmieniło. Nietoperze potrzebują przyjaciół.



Hieroglify Majów przedstawiające głowy nietoperzy (wg Barthel, 1966)

Nietoperze w herbach kilku miast hiszpańskich (wg Tupinier, 1989)





Nietoperz amerykański *Dicolidurus albus* mający białe futerko. Ten dość rzadki nietoperz żyje w tropikalnej części Ameryki Środkowej

Ta swoista echolokacja stosowana jest tylko w ciemności, nietoperze te bowiem, jak wszystkie *Megachiroptera*, mają dobrze rozwinięty organ wzroku.

Charakterystyczną umiejętnością nietoperzy jest aktywna termoregulacja pozwalająca w szerokich granicach zmieniać temperaturę ciała. Umiejętność tę nietoperze strefy umiarkowanej wykorzystują w nie sprzyjających

warunkach klimatycznych. Obniżają one wówczas znacznie temperaturę ciała, wpadając w odrętwienie, zwane snem zimowym lub hibernacją. Temperatura ciała spada do poziomu temperatury otoczenia, wszystkie procesy życiowe ulegają spowolnieniu, zmniejsza się znacznie częstotliwość oddychania, a zapotrzebowanie pokarmowe maleje kilkadziesiąt razy. Największą zmiennościę wykazują nietoperze z dwóch rodzin charakterystycznych dla strefy umiarkowanej, a więc mroczkowate i podkowcowate. Gdy zimą niska temperatura i brak owadów uniemożliwiają im aktywne życie, nietoperze mogą przetrwać ten okres dzięki hibernacji. Wyszukują one schronienia o stosunkowo stałych warunkach klimatycznych. Mogą to być jaskinie lub głębsze piwnice, w których zimują gatunki z terenów skalistych lub górskich. Temperatura nie spada tam na ogół poniżej 0°C. W wypadku dalszego jej obniżenia reakcje zwierzęcia mogą być różne — czasami budzi się i szuka lepszego schronienia, czasem podnosi temperaturę ciała przez zwiększenie metabolizmu. Pozwala mu to utrzymywać ciepłotę ciała pomiędzy -0.5 a -1.0°C.

Zdarza się jednak, że zwierzęta te zamarzają, na przykład w wyniku gwałtownej zmiany pogody. W naszej faunie typowymi przedstawicielami hibernujących nietoperzy są podkowce, nocki duże, nocki rude i mopki. Gatunki leśne spędzają zimę w dziuplach starych, grubych drzew. Podczas hibernacji nietoperze tracą około 1/4 do 1/3 wagi ciała. Dzieje się to oczywiście kosztem tkanki tłuszczowej, której zapas zwierzę gro-

madzi późnym latem i jesienią. Hibernacja bywa często przerywana. Przypuszcza się, że dzieje się to ze względów fizjologicznych. Zaobserwowano bowiem, że nietoperze po przebudzeniu na ogół oddają moc. Każde jednak przebudzenie wiąże się ze znacznym wydatkowaniem energii, toteż okres zimy jest dla nietoperzy strefy umiarkowanej porą krytyczną.

Nietoperze rzadko spędzają zimę pojedynczo. Zarówno samice, jak i samce zwykle skupiają się w grupy, tworząc kolonie zimowe. Podkowce wiszą zawsze otulone skrzydłami, nie dotykając się wzajemnie. Mroczkowate, zwłaszcza nocki duże, tworzą grupy liczące od kilkunastu do kilkudziesięciu, a nawet do kilku tysięcy osobników.

Często miejsca hibernacji nietoperzy nie są nam znane. Część tych zwierząt migruje z Polski na południe. Przypuszcza się, że w tych rejonach, gdzie brak jaskiń oraz innych dogodnych schronień, nietoperze mogą spędzać zimę w pustych norach innych ssaków.

Nowy rok w życiu nietoperza rozpoczyna się z nastaniem wiosny. W naszej strefie klimatycznej nietoperze zaczynają się budzić ze snu zimowego w kwietniu. Dorosła samica przechodzi owulację zwykle w kwietniu lub maju. Pojedyncza komórka jajowa powstaje w jednym z dwóch jajników jeszcze podczas hibernacji i ulega zapłodnieniu przez plemnik z pakietu plemników przechowywanych od jesieni lub wczesnej zimy w jajowodach lub w macicy. Szybkość rozwoju zarodka zależy nie tylko od kondycji samicy,



Tropikalny nietoperz *Moormops megalophylla*



Tropikalny nietoperz *Natalus*

ale także od temperatury środowiska. Pod koniec maja samice tworzą kolonie rozrodzce, w których żyją razem aż do końca laktacji. Skupianie się samic w koloniach ułatwia im utrzymanie wysokiej temperatury w miejscu, gdzie przebywają, a tym samym obniża to jednostkowy wydatek energetyczny niezbędny do odchowania młodych. U większości europejskich gatunków rodzi się tylko jedno, rzadziej dwa młode. Poród następuje zwykle w połowie czerwca.

Nietoperz rodzi się nagi, ślepy i różowy, ale stosunkowo duży. Waży mniej więcej 1/3 wagi ciała samicy.

Młody nietoperz przez kilkanaście pierwszych dni swego życia jest przyczepiony do futerka matki za pomocą haczykowatych zębów mlecznych i razem z nią wylatuje na łowy. Po kilku dniach zaczyna porastać futerkiem, a po tygodniu otwiera oczy. Po około dwóch tygodniach samica zostawia go razem z innymi młodymi w kryjówce i sama wylatuje na polowanie. Po powrocie odnajduje swoje młode dzięki

temu, że wydaje ono sygnały dźwiękowe, charakterystyczne dla każdego osobnika; pewną rolę w rozpoznawaniu potomka odgrywa też węch.

Młode bardzo szybko rosną i po kilku tygodniach, pod koniec lata, stają się samodzielne. Różnią się od dorosłych szarym kolorem futerka oraz charakterystycznie zgrubiałymi stawami śródreżca i palców.

Okres wczesnej jesieni to czas intensywnych łowów. Zwierzęta gromadzą wówczas zapasy tłuszczu, niezbędne do przetrwania zimy.

Jesienią rozpoczyna się również okres godów. W pierwszym roku po urodzeniu młode nietoperze nie są jeszcze zdolne do rozrodu.

Samce, które w okresie letnim żyją samotnie, spotykają się z samicami i następuje kopulacja; może ona odbywać się także w przerwach snu zimowego. W wyniku kopulacji do dróg rodnych samicy dostaje się pakiet plemników, które przechowywane są do wiosny, kiedy to następuje zapłodnienie. U niektórych gatunków, na przykład u podkasańca Schreibera, zapłodnienie następuje jesienią, ale rozwój zarodka jest wstrzymany aż do wiosny.

Późną jesienią nietoperze zaczynają zlatywać się do swoich kwater zimowych, gdzie zapadają w sen...

Bronisław W. Wołoszyn
Zdjęcia Autora

Nietoperz *Macrotus waterhousei* latający w korytarzu jaskiniowym



Doc. dr hab. BRONISŁAW W. WOŁOSZYN pracuje w Instytucie Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie, jest kierownikiem Centrum Informacji Chiropterologicznej. Jest on autorem ponad 150 publikacji naukowych, popularnonaukowych oraz kilku książek.

rumequinum ferrumequinum) z Europy wysyła i odbiera dźwięki o częstotliwości 83.3 kHz, a japoński podgatunek *Rhinolophus f. nippon* „używa” częstotliwości około 70 kHz.

Nietoperze owocożerne Starego Świata (*Megachiroptera*) w zasadzie nie używają echolokacji. Wyjątkiem są tutaj nietoperze z rodzaju *Rousettus* stosujące swoisty system echolokacji. Dźwięki przypominające mlaskanie wydawane są dzięki wibracjom języka. Częstotliwość dźwięków waha się w szerokich granicach, od 6.5 do 100 kHz, ale najintensywniej występują w zakresie od 12 do 18 kHz, a więc są doskonale słyszalne przez człowieka. Jest to system zasadniczo różny od wykształconego u *Microchiroptera*, które wytwarzają dźwięki przez drganie strun głosowych.

Amerykański gacek (*Plecotus townsendii*)



Centrum Informacji Chiropterologicznej

Istnieje przy Instytucie Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie. Gromadzi wszelkie dostępne informacje o nietoperzach w Polsce. Centrum organizuje między innymi Dekady Spisu Nietoperzy. W dekadach biorą udział zarówno ludzie, którzy zawodowo zajmują się badaniem nietoperzy, jak i amatorzy: nauczyciele, uczniowie. Wszystkich ich łączy idea ochrony nietoperzy.

Spis odbywa się zawsze w pierwszej połowie lutego. Uzyskane wyniki umożliwiają przybliżoną ocenę liczby nietoperzy zimujących na terenie naszego kraju. Dane, które uzyskaliśmy z czterech dekad i które otrzymamy w wyniku następných, pozwolą na ocenę wieloletnich zmian w populacjach nietoperzy.

Centrum Informacji Chiropterologicznej wydaje: „Biuletyn C. I. C.”, ukazujący się dwa razy w roku, oraz „Wszczęświat Nietoperzy” — kwartalny dodatek do czasopisma „Wszczęświat”. W obydwu publikowane są informacje o działalności chiropterologów, ciekawostki z życia nietoperzy, wstępne wyniki badań naukowych i wiele innych informacji.

Jeżeli...

- chcesz się dowiedzieć więcej o tych interesujących zwierzętach,
 - masz kłopoty z nietoperzami, bo „zagnieździły” się w Twoim domu,
 - pragniesz przystąpić do ruchu chiropterologów amatorów,
- ...napisz lub zatelefonuj do:

Centrum Informacji Chiropterologicznej,
Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN, 31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17,
tel. (012) 22-19-01 lub 22-59-59.



Cena prenumeraty: półrocznej 54 000 zł, rocznej 108 000 zł.

WIEDZA I ŻYCIE		OKRES PRENUMERATY POCZTOWEJ	
01	NR INDEKSU	TYTUŁ	
	LICZBA EGZ.	OKRES PRENUMERATY POCZTOWEJ	
		od	do
		m-ca	m-ca
		Okres prenumeraty	
WIEDZA I ŻYCIE		OKRES PRENUMERATY POCZTOWEJ	
01	NR INDEKSU	TYTUŁ	
	LICZBA EGZ.	OKRES PRENUMERATY POCZTOWEJ	
		od	do
		m-ca	m-ca
		Okres prenumeraty	
WIEDZA I ŻYCIE		OKRES PRENUMERATY POCZTOWEJ	
01	NR INDEKSU	TYTUŁ	
	LICZBA EGZ.	OKRES PRENUMERATY POCZTOWEJ	
		od	do
		m-ca	m-ca
		Okres prenumeraty	

Prenumerata roczna 240 tys. zł

Prenumerata półroczna 120 tys. zł

Inny okres prenumeraty

Miesiąc rozpoczęcia prenumeraty

Liczba egzemplarzy

Prenumerata roczna 240 tys. zł

Prenumerata półroczna 120 tys. zł

Inny okres prenumeraty

Miesiąc rozpoczęcia prenumeraty

Liczba egzemplarzy

Prenumerata roczna 240 tys. zł

Prenumerata półroczna 120 tys. zł

Inny okres prenumeraty

Miesiąc rozpoczęcia prenumeraty

Liczba egzemplarzy



Uwaga prenumeratorem!

Kto z Państwa nie otrzymał jeszcze egzemplarzy naszego pisma, prosimy o skontaktowanie się z redakcją. Na wielu odcinkach przekazów pocztowych brakuje dokładnych adresów oraz treści zamówień, co uniemożliwia wysyłkę prenumeraty.

Poprzednie numery ŚWIATA NAUKI możecie Państwo zamówić w Księgarni Wysyłkowej "Faktor". W tym celu należy dokonać przedpłaty w wysokości 22 000 zł za jeden egzemplarz pod adresem: KSIĘGARNIA WYSYŁKOWA "FAKTOR", ul. Żółtych Piasków 2/3, 02-759 WARSZAWA, Bank PKO XV O/Warszawa, nr konta 1658-193597-136. Proponujemy Państwu przedpłatę jako formę tańszą niż sprzedaż za zaliczeniem pocztowym.

Wszystkie potwory duże i małe czyli jak przez wieloryba popadłem w tarapaty

Z prawdziwą przyjemnością przeczytałem polemikę z fragmentami mojego artykułu pt. „Wszystkie potwory...” („Wiedza i Życie” 8/1991), pióra Karola Sabatha. Wygląda na to, że jak kapitan Ahab powinienem traktować kaszaloty jako swoje przekleństwo; ze wszystkich spraw poruszonych w artykule tylko sprawa przebywania pod wodą wielorybów budzi kontrowersje; podczas wykładu, jaki miałem niedawno w Edmonton (Kanada), też protestowali waleniolodzy.

Czy naprawdę, jak to twierdzi K. Sabath, poniosła mnie fizyczna wyobraźnia w proponowaniu prostego modelu tłumaczącego stosunek czasu przebywania pod wodą (bez oddechu) człowieka i wieloryba?

Przeanalizujmy argumenty K. Sabatha pod kątem widzenia prostych argumentów wymiarowych. Otóż gdziekolwiek wieloryb (na przykład ów kaszalot o barykowanej głowie pełnej olbrotu; notabene płyn ten odegrał bardzo ważną rolę w powstaniu pasjonującej tak wielu ludzi nauki o chaosie) przechowuje tlen potrzebny mu do oddychania, to etapem pośrednim jest „zatkanie” powietrza do płuc. Powietrze z płuc musi być następnie przekaza-

ne do krwiobiegu (i innych bliżej mi nie znanych, ale jak rozumiem znanych biologom, magazynów tlenu w organizmie wieloryba) przez powierzchnię aktywną płuc. Tak więc czas, jaki jest potrzebny na „załadowanie” tlenu, rośnie liniowo z wymiarami wieloryba.

Moje dalsze argumenty są — zdaniem p. Sabatha — niesłuszne, ponieważ wieloryby posiadać mogą inne mechanizmy, w istocie nie chwilowe, ale rozciągnięte w czasie (szybkie oddychanie itp.), pozwalające im, przez pewien czas na powierzchni, „ładować” tlen do owych dodatkowych pojemników. Łatwo zauważyć, że ilość tlenu zmagazynowana w tych dodatkowych pojemnikach musi być też proporcjonalna do ich objętości, a więc do trzeciej potęgi liniowych rozmiarów zwierzęcia. Tym samym pełna „pojemność” tlenowych zapasów u kaszalota jest nadal proporcjonalna do objętości zwierzęcia i cały rozdział między p. Sabathem i mną dotyczy nie wykładnika alometrycznego, lecz stałych. To tak jakby we wzorze alometrycznym dotyczącym ptasich jaj, który cytowałem w swoim artykule na przykład dla pewnych rodzin ptaków — nie będę ryzykował powiedzenia której, bo już się boję reakcji innych bio-

logów — wykładnik byłby taki jak dla innych, ale współczynnik przed nim różny. Gdybyśmy z p. Sabathem wymalowali zależności przebywania pod wodą ssaków w funkcji ich rozmiarów liniowych na skali logarytmicznej, to otrzymalibyśmy, dla wszystkich niemal ssaków, linie proste równoległe, przy czym niektóre z tych krzywych byłyby może poprzysuwane względem siebie. To tłumaczy, dlaczego kaszalot może być pod wodą tak długo, a wieloryby, nieco krócej. Zapewne również niektóre kaszaloty mogą przebywać pod wodą nieco dłużej lub krócej, podobnie jak poławiacze pereł (nie ci z opery, ale z wysp Pacyfiku) mogą przebywać pod wodą dłużej niż ja. Utrzymuję jednak, że wszystkie dodatkowe efekty związane z technikami oddychania itp. są w istocie drugorzędne; argument skali daje, jak to mówimy w fizyce, wiodący wkład do wyniku. Analiza wymiarowa pozwoliła nam ocenić rząd wielkości czasu przebywania wieloryba pod wodą!

Myślę, że nasza polemika z p. Sabathem utwierdzi Czytelników w przekonaniu, że dzięki badaniu praw symetrii i podobieństwa można zrozumieć zasadnicze własności układów fizycznych i przewidzieć globalny przebieg zjawisk fizycznych, a także, że warto stosować proste modele fizyczne do zrozumienia wielu zjawisk w naukach przyrodniczych.

Prof. dr hab. Łukasz A. Turski,
Zakład Fizyki Teoretycznej PAN

PRZYPOMINAMY!

Trwa konkurs Wiedzy i Życia na artykuł popularnonaukowy pod hasłem

NAUKA XX WIEKU

Celem konkursu jest przedstawienie w przystępnej i atrakcyjnej formie wybranego, doniosłego wydarzenia w nauce obecnego stulecia. Pojęcie "wydarzenie naukowe" należy traktować szerzej, nie tylko jako konkretne odkrycie, ale także pojawienie się nowych teorii — podjęcie ważkiego przedsięwzięcia badawczego lub realizację konkretnego rozwiązania technicznego. Były też wydarzenia, może już nie naukowe, ale stanowiące dla nauki wyzwanie, jak na przykład epidemia AIDS, katastrofa czarnobylska czy Raport Klubu Rzymskiego. Nasz konkurs ma być próbą syntetycznego spojrzenia na dokonania nauki i techniki kończącego się stulecia oraz określenia, co jeszcze może się wydarzyć w ciągu tych kilku lat dzielących nas od roku 2000.

Zaproszenie do konkursu kierujemy przede wszystkim do ludzi nauki — badaczy, pracowników naukowych i dydaktycznych, którzy czują się kompetentni w zakresie prezentowanego tematu. Nie zamykamy jednak dostępu do konkursu innym. Autorem pracy konkursowej może być każdy, kto z racji wykształcenia i zawodu gwarantuje rzetelność publikacji.

Objętość nadsyłanych prac nie powinna przekraczać 15 stron maszynopisu. Pożądane są materiały ilustracyjne. Oryginalne (tj. nigdzie nie publikowane) prace należy nadsyłać w 4 egzemplarzach w kopercie z dopiskiem "Konkurs" pod adresem: "Wiedza i Życie", 00-789 Warszawa, ul. Słoneczna 35. Prace powinny być opatrzone tylko godłem. W oddzielnej, zaklejonej kopercie z tym samym godłem należy podać imię i nazwisko, adres domowy, miejsce i charakter pracy, wiek oraz posiadane stopnie naukowe.

Termin nadsyłania prac: 29 lutego 1992

Przewidujemy następujące nagrody:

- I nagroda — 5 000 000
- II nagroda — 3 000 000
- III nagroda — 2 000 000

Obszerniejsze omówienie warunków konkursu zamieściliśmy w nr. 9 i 10 "WiZ" z 1991 roku.



Hentawi była żoną faraona Paynedjema. Księżniczka ta, której wstawiono po śmierci oczy z kości słoniowej i obsydianu, zmarła mając 20 lat

Seti I, ojciec Ramzesa II. Na doskonale zachowanej twarzy tego władcy wciąż widoczny jest lekki pośmiertny uśmiech. Zmarły przed 33 wiekami faraon oczekuje swego zmartwychwstania. Jego znak szczególny: zachowanych do dzisiaj 12 (sic!) palców u nóg



OLIVIER MICHEL

Zakłócony sen faraonów

Uzyskanie odpowiedniego zezwolenia władz egipskich na „spotkanie z faraonami” nie było prostą sprawą. Dopiero po dwóch wizytach w Kairze, wizytach wypełnionych nie kończącymi się dyskusjami, niejasnymi obietnicami i zapewnieniami z naszej strony o niezbędnych gwarancjach bezpieczeństwa, usłyszeliśmy w końcu tak upragnione przez nas słowo: „Zgoda”.

Uzyskaliśmy zgodę na wejście do tajemniczej sali nr 52, znajdującej się w kairskim muzeum. Od szesnastu lat nikt nie przekraczał progów tego pomieszczenia, będącego swoistym sanktuarium ze ściśle opieczonymi drzwiami.

Sporadyczne odstępstwa od tej rygorystycznie przestrzeganej zasady dotyczyły w ciągu tych szesnastu lat jedynie najwybitniejszych przedstawicieli świata nauki. Absolutne pierwszeństwo miała tu straż czuwająca nad ściśle przestrzeganim bezpieczeństwem 27 mumii. Z tej liczby aż 21 to mumie faraonów; 6 pozostałych mumii to zabalsamowane szczątki towarzyszących władcom osób. Bez tych nadzwyczajnych środków ostrożności, bez stałej, troskliwej opieki ze strony naukowców korzystających z najnowszych zdobyczy techniki Seti I, Thutmosis III, Merneptah, Siptah oraz ich towarzysze rozsypaliby się po prostu w pył.

Wszystkie znajdujące się tutaj mumie odkryto w trakcie badań archeologicznych prowadzonych w Tebach pod koniec ubiegłego stulecia. Już jednak w roku 1916 znakomity francuski egiptolog Gaston Maspero ostrzegł: „*Ostrożnie! Jeśli uczeni w dalszym ciągu będą zbyt często przeprowadzali bezpośrednie badania odnalezionych mumii, to w najbliższym czasie bezpowrotnie zaprzeczają cały wysiłek ludzi, którzy balsamowali te zwłoki!*”.

Ostrzeżenia Gastona Maspero wysłuchano. Niestety, mimo podjętych środków ostrożności, czas nieubłaganie działał na niekorzyść mumii. Wreszcie w ro-

ku 1987 z Egiptu wystosowano do naukowców na całym świecie apel o pomoc. Szczątki dawnych władców tego kraju niszczały w oczach. Pozytywnie na apel odpowiedziała amerykańska Fundacja im. Paula Getty'ego. Do prac ratowniczych zaangażowano zespół najwybitniejszych specjalistów. Po kilku miesiącach intensywnych prac uczeni doszli do następującego wniosku: „*Należy niezwłocznie odtworzyć środowisko, w jakim mumie spoczywały bez uszczerbku przez blisko 3000 lat!*”.

Pierwszym etapem prac naukowców była próba odtworzenia sposobu grzebania zwłok, stosowanego przez sta-

roegipskich kapłanów. Ciała zmarłych składane były w sarkofagach znajdujących się głęboko pod powierzchnią ziemi; zamknięte wierzaje komory grobowej ściśle pokrywała gruba warstwa piasku. Potem były drugie odzwia i kolejna warstwa piasku. I wreszcie — gwarancja wiecznego spokoju — trzecie zapieczetowane drzwi. Ten system zamknięcia komory grobowej sprawiał, że ściśle „zamknięte” było tu także i powietrze — początkowo była to klasyczna mieszanina tlenu (20,9 proc.) i azotu (78,9 proc.), przy wilgotności w granicach 1 proc. Już po pięciu latach zawartość tlenu w komorze

grobowej spadła do 1,2 proc. W takich warunkach jakiegokolwiek formy życia — jak grzyby czy mikroby — nie miały żadnych szans na rozwój.

Tak więc, jeśli egiptolodzy chcieli przerwać postępujący proces rozkładu mumii, to szczątkom faraonów należało zapewnić maksymalny spokój; tylko w ten sposób można było myśleć o uchronieniu mumii przed kolejnymi ubytkami. Poza tym trzeba było dążyć do odtworzenia panującego w komorze grobowej składu powietrza. Prace te to odrębny problem. Dzień po dniu mozolnie pracowano nad stworzeniem skomplikowanego systemu klimatyzacyjnego:



Nie zidentyfikowana głowa, znaleziona przez egipskich celników na dnie walizki pewnego francuskiego turysty. Byłaby to jedynie nieznajomość przepisów celnych...?

„Wolno wam sfotografować jedynie trzy mumie” — ostrzega nas dyrektor kairskiego muzeum, dr Mohamad Mohsen. — „Możecie przebywać w tym pomieszczeniu tylko trzy godziny, od 9³⁰ do 12³⁰. I ani minuty dłużej”.

Nawet nie próbowaliśmy dyskutować z tymi uwagami, gdyż i tak mieliśmy świadomość, że spotkanie nas niezwykle wyróżniło. W pełni zdawaliśmy sobie sprawę z faktu, iż przekraczamy progi sanktuarium. Przekraczaliśmy je zresztą dwukrotnie... Za pierwszym razem po prostu nas „cofnęło” — panujący we wnętrzu zapach był po prostu nie

z poziomem tlenu w granicach 1 proc., udziałem azotu 99 proc. oraz wilgotnością sięgającą 33 proc. „Zastosowana tu receptura zapewni faraonom przetrwanie w ciągu następnych trzydziestu stuleci” — twierdzi Nasri Iskander, jeden z naukowców stale czuwających nad bezpieczeństwem mumii.

Nieodzownym warunkiem jest oczywiście zapewnienie mumiom maksimum spokoju, toteż władze egipskie strzegą ich tak czujnie przed intruzami; uzyskanie więc zezwolenia na wejście do sali nr 52 jest nie lada wyczynem. Jest wydawane niezwykle rzadko i z wieloma ograniczeniami.

Ramzes II — „faraon faraonów” otoczony przez muzealnych strażników



do wytrzymania. Jakiś czas trwało, zanim zdołaliśmy doń nieco przywyknąć. No cóż, faraonowie wymagają pewnych poświęceń. Ale oto jesteśmy już we wnętrzu. W szklanych sarkofagach spoczywają dawni władcy tego kraju. Ich oblicza o zastygłych rysach emanują absolutną obojętnością. Musimy zapanować nad ogarniającymi nas emocjami, swoistym wzruszeniem. Czas nas goni. Musimy szybko pracować, aby choć w jakiejś części utrwalić na taśmie filmowej niezwykłość tego miejsca.

Cały czas towarzyszą nam muzealni strażnicy, czujnie śledzący każdy nasz ruch. Tymczasem fotograf Guillaume de Laubier zapalał niezwykłą atencją do jednej z mumii. Na jej fotografowanie nie mieliśmy jednak, niestety, wcześniejszej



zgody. Próby zjednania sobie Mohamada Mohsena spełzyły na niczym. Dyrektor był niewzruszony. „Powtarzałem wam już to przecież trzy razy” — powiedział. — „Spieszcie się, wasz czas mija”.

Nie darowano nam ani sekundy. Punktualnie o godzinie 12³⁰ drzwi prowadzące do sali nr 52 zostały ponownie zamknięte. Zostaliśmy na zewnątrz z naszymi wspomnieniami. Mamy też, na szczęście, wspomniały komplet zdjęć.

Za zamkniętymi drzwiami sali nr 52 faraonowie mogli znów pogrążyć się w swym wiecznym spokoju. Na twarzach naszych gospodarzy widać odprężenie. Są szczęśliwi, że nasza wizyta dobiega wreszcie końca. Trudno się im dziwić: mumie są przecież tak kruche, że najmniejsze nawet zakłócenie ich otoczenia może spowodować nieodwracalne uszkodzenia.

Trudno pogodzić się z faktem, że te niezwykle świadectwa egipskiej historii będą w nieskończoność skrywane przed światem. Egipski minister kultury Farouk Hosni w pełni zdaje sobie z tego sprawę i ma nadzieję, że przyjdzie w końcu czas, kiedy mumie zostaną zaprezentowane na normalnej muzealnej ekspozycji. Wymagać to będzie ścisłego przestrzegania wszelkich możliwych środków bezpieczeństwa. I choć teoretycznie jest to możliwe, w praktyce przedsięwzięcie to pozostaje niezwykle trudne do zrealizowania. Dopiero w chwili, gdy zastosowany system zabezpieczeń będzie gwarantował całkowitą nienaruszalność mumii, wszyscy będą mogli je podziwiać. A na razie tylko nam było dane uczestniczyć w „przedpremierowym” pokazie.

Tekst: Olivier Michel
Fot: Guillaume de Laubier/GAMMA
Tłumaczył: Wojciech Wróblewski

Sala nr 52 jest sercem kairskiego muzeum. To właśnie tutaj królewskie mumie oczekują swego zmartwychwstania

NOTEBOOK - TO TWÓJ PRYWATNY, PODRĘCZNY BANK INFORMACJI

Pomocny w pracy dziennikarza, lekarza, akwizytora, hurtownika.

OFERUJEMY RÓWNIEŻ

- Filtry na monitory kolorowe i monochromatyczne z uziemieniem
- Pudełka na dyskietki 5 1/4 cala na 5, 10, 50 i 100 sztuk
- Pudełka na dyskietki 3 1/2 cala na 5, 10, 40 i 80 sztuk
- Podstawki pod drukarki
- Pokrowce dwu- i trzyczęściowe na mikrokomputery
- Kieszeń na mysz
- Meble komputerowe
- Papier komputerowy, importowany — jedno, dwu- i trzywarstwowy
- Papier kserograficzny, importowany



NOTEBOOK -

Korzystają z niego dziennikarze

„Wiedzy i Życia”.



Dane techniczne:

PROCESSOR 286 lub 386SX,
1 MB RAM, 20/40 MB HDD,
3.25" FDD ekran LCD VGA
podświetlany, 640x480,
32 odcienie szarości

Rozmiary:
308 mm x 265 mm x 49 mm
3kg

Gwarancja:
18 miesięcy

masta

5 Rydygiera, 01-793 Warszawa, Poland

tel./fax(4822) 390 600, (48) 3912 0312

MOTORYZACYJNE DZIEŁA SZTUKI

KRZYSZTOF ŻÓRAWSKI

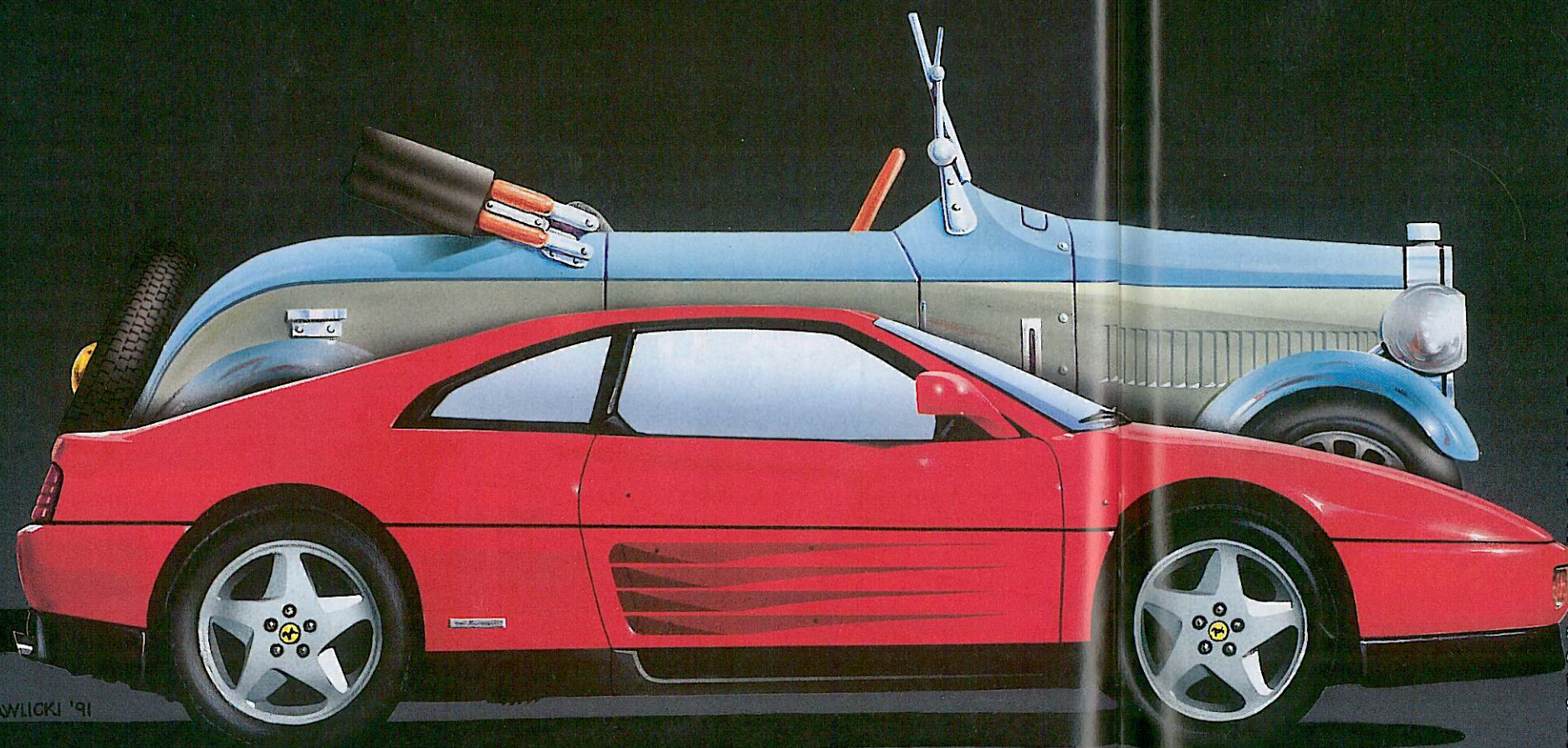
Im rzadsze na rynku, tym są cenniejsze. Kupowane są dla podkreślenia pozycji społecznej i prestiżu, a także zaspokojenia potrzeby posiadania rzeczy doskonałych i nie powielanych w tysiącach egzemplarzy. Często są elementami kolekcji — ktoś bowiem nie kocha pięknych i doskonałych samochodów (na marginesie: w języku francuskim i włoskim rzeczownik „samochód” jest rodzaju żeńskiego).

Typowym produktem tej klasy jest samochód przeznaczony do przewozu dwóch osób (w warunkach komfortowych), wyposażony w 8-cylindrowy silnik widlasty o mocy powyżej 250 KM, pozwalający na osiągnięcie prędkości w granicach 250 km/h, w którym wykorzystano nowoczesną elekt-

ronikę, mechanikę i hydraulikę, a karoserię zaprojektowali najlepsi stylisci. Tak wygląda krótka charakterystyka współczesnego samochodu sportowego najwyższej klasy — przeznaczonego nie na tory wyścigowe, lecz do normalnej eksploatacji.

Producenci tych samochodów często nie wydają ani centa na reklamę, a portfel zamówień mają wypełniony na kilka lat naprzód, mimo iż ceny w granicach 100 tys. dolarów należą do najniższych. Posiadanie dużej gotówki często jednak nie daje gwarancji zakupu, niektórzy producenci sami decydują, komu mogą sprzedać swoje produkty (prestż wyrobów utrwala prestż ich właścicieli — i odwrotnie), a przy produkcji rzędu 200–400 egzemplarzy liczba chętnych zawsze jest większa od liczby produkowanych samochodów. Stąd ceny tych pojazdów nabywanych z „drugiej ręki” (występuje tu nawet swego rodzaju czarny rynek) są znacznie wyższe od cen oficjalnych. Zdarzają się też falsyfikaty, zwane przez niektórych elegancko replikami.

Nabywców tych samochodów, nawet jak na warunki zachodnie, nie jest wielu. Wysokie ceny i koszty eksploatacji oraz trudne do określenia wartości użytkowe sprawiają, że głównym rynkiem zbytu dla europejskich producentów (ponad 90 proc. produkcji samochodów tej klasy) jest rynek amerykański.

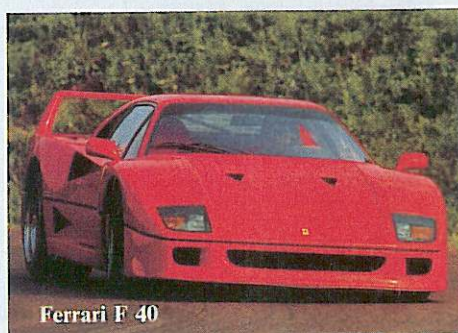


R. PAWLIŃSKI '91



Ferrari

Włoskie ferrari przez czterdzieści lat uważane było za symbol samochodu sportowego. Firma, założona w roku 1946 przez Enzo Ferrari, stała się potentatem w gronie producentów samochodów sportowych najwyższej klasy (roczna produkcja około 4000 sztuk), wy-



Ferrari F 40

tworząc pojazdy o doskonałej jakości technicznej i pięknej sylwetce — efekt współpracy z firmą Pininfarina. Wszystkie produkty firmy mają nadwozia w kolorze czerwonym (inny tylko na specjalne życzenie) oraz wysoki standard wykończenia wnętrza. Tapicerka wykonana z najlepszych skór (nawet pojemniki na narzędzia są skórzane), klimatyzacja, elektryczna regulacja foteli i szyb. Wszystko to należy do standardowego wyposażenia. Obecnie, pod znakiem czarnego konia na żółtym polu, w zakładach w Maranello produkowanych jest siedem modeli: dwunastocylindrowa testarossa, najbardziej wyuczynowy model — F 40 oraz modele bardziej popularne na rynku, o jednakowych jednostkach napędowych — Mondial T (coupé i kabriolet) i 348 w wersji tb (berlinetta) oraz ts (spyder).

Ferrari testarossa, którego produkcję rozpoczęto w roku 1984, stało się w krótkim czasie najbardziej prestiżowym samochodem sportowym świata, wizytówką firmy. Zawdzięcza to przede wszystkim dopracowanej przez firmę Pininfarina linii nadwozia oraz widlastej 12-cylindrowej jednostce napędowej o pojemności 4942 cm³ umieszczonej centralnie (za fotelami pasażerów, ale przed tylną osią). Silnik ma moc 390 KM i umożliwia osiągnięcie maksymalnej prędkości 285 km/h. Samochód przyspiesza od 0 do 100 km/h w 6 sekund. Jego cena katalogowa — 296 tys. marek. Wszystko wskazuje na to, że już w tym roku dane te staną się nieaktualne. Firma przygotowuje nową testarossę, w której nieznacznie przemodelowano przednią część karoserii, natomiast zastosowanie nowego układu elektronicznego wtrysku paliwa Bosch Motronic zwiększy moc silnika do 420 KM. Pozwoli to na wpisanie tego modelu do klubu samochodów, zwanego umownie „300 km/h”. Nowa testarossa prędkość 100 km/h ma osiągnąć w 5 sekund. Jeszcze nie określono, ile ta jedna sekunda będzie kosztować potencjalnego klienta.

W całej ofercie firmy Ferrari najbardziej „rasowym” (a jednocześnie najmniej luksusowym) pojazdem jest model F 40. W planach jest wyprodukowanie 850 tych pojazdów przy cenie jednostkowej 500 tys. marek. Model F 40 ma karoserię o wymiarach (dł./szer./wys.) 4430/1980/1130 mm, jest wyposażony



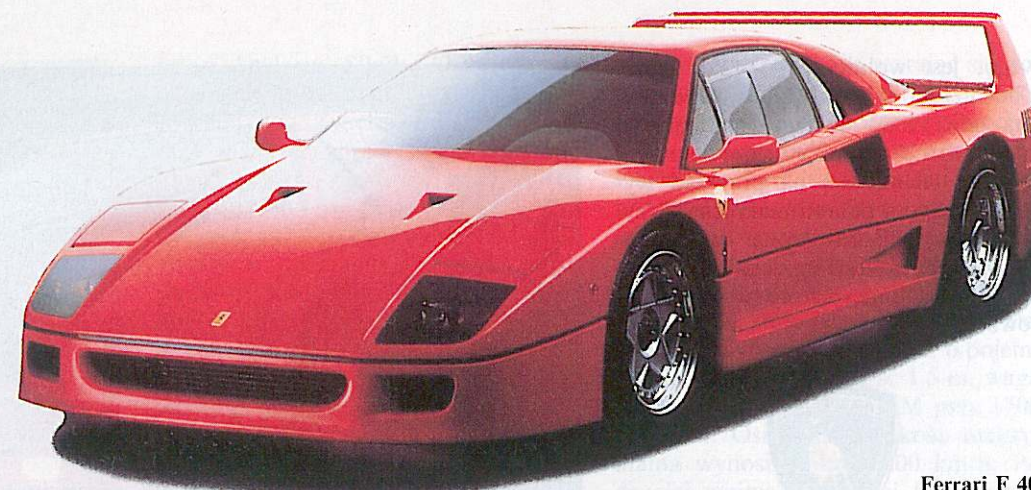
Ferrari 348 ts

w centralny 8-cylindrowy silnik w układzie V o pojemności 2936 cm³ (niecałe trzy litry!), dwie turbosprężarki typu IHI, cztery zawory na cylinder, dwie chłodnice powietrza dolotowego (zasyłanego do cylindrów). W efekcie — 478 KM przy 7000 obr./min, maksymalny moment obrotowy 577 Nm przy 4000 obr./min, prędkość maksymalna 330 km/h, przyspieszenie od 0 do 100 km/h w 4.3 sekundy, od 0 do 200 km/h w 12 sekund. Ogumienie (przód/tył) 245/40ZR17 i 335/35ZR17. Ciężar samochodu gotowego do jazdy —

1100 kg. Jest to prawdopodobnie najszybszy samochód produkowany seryjnie.

W roku 1989 odbyła się premiera nowego modelu ferrari oznaczonego symbolem 348. Zastąpił on najpopularniejszy dotychczas model 328, który stanowił podstawę finansowej egzystencji firmy.

Karoseria Ferrari 348 w wersji tb (berlinetta) oraz ts (spyder — zdejmowana środkowa część dachu) wzorowana jest na testarossie. I tak na przykład zachowano po bokach nadwozia charakterystyczne uźbrowanie wlotów powietrza, podobnie wygląda tył samochodu. Według niektórych opinii podobieństwo do testarossy miało być dodatkową zachętą dla kupujących, tym bardziej, że ceny modelu 348 są niższe: wersja tb (40 proc. produkcji) — o 180 tys. marek, a wersja ts (60 proc. produkcji) — o 185 tys. marek. W porównaniu z modelem 328 zwiększono pojemność 8-cylindrowego silnika z 3200 cm³ do 3405 cm³ i zmieniono jego centralne położenie — z poprzecznego na podłużne względem osi samochodu. Zastosowano układ wielozaworowy (4 zawory na cylinder) i elektroniczny wtrysk paliwa firmy Bosch Motronic M 2.5. W efekcie tych zmian zwiększono moc silnika do 300 KM i maksymalny moment obrotowy 323 przy 4200 obr./min. Uzyskano prę-



Ferrari F 40

kość maksymalną 275 km/h, przyspieszenie od 0 do 100 km/h w 5.6 s. Zastosowano ogumienie: z przodu 215/50ZR17, z tyłu 255/50ZR17. Konsekwencją zróżnicowanego ogumienia i braku miejsca w samochodzie na cokolwiek poza pasażerami jest symboliczne koło zapasowe. Zredukowane jest do obręczy i zwiniętej na nim opony, którą przed użyciem napęcza się sprężonym powietrzem z dołączonej butli. Gazowe amortyzatory są sterowane elektronicznie.

W zależności od warunków jazdy ustawiane są w trzy położenia: „miękkie” — do 60 km/h, normalne lub „twarde” — przy jeździe sportowej.

Do wyposażenia standardowego należy układ zapobiegający blokowaniu

koł ABS firmy Teves, klimatyzacja, aparatura audio klasy hi-fi, autoalarm, centralna blokada zamków itp.

Dla miłośników ferrari, którzy potrzebują trochę więcej miejsca wewnątrz



Ferrari Mondial

samochodu, idealny jest model Mondial T. Jego historia sięga roku 1980, kiedy to po raz pierwszy pokazano go z silnikiem V-8 o mocy 214 KM. W roku 1985 zwiększono jego pojemność do 3.2 l i moc do 270 KM. Jednocześnie

z rozpoczęciem produkcji modelu 348 w Mondial T zamontowano identyczną jednostkę napędową o mocy 300 KM, zmieniając jej położenie z poprzecznego na podłużne. W Mondialu T są wygodne cztery miejsca dla pasażerów, jest on typowym samochodem o nadwoziu typu coupé 2+2. Ponadto, w tylnej części za silnikiem znajduje się mały bagażnik — za około 5 tys. marek można dokupić zestaw czterech torb (wykonanych z najlepszej skóry), które są dopasowane do przestrzeni bagażowej z dokładnością do milimetra. Większy ciężar w porównaniu do 348 sprawił, że Mondial T, mimo tego samego układu napędo-



Ferrari 348tb



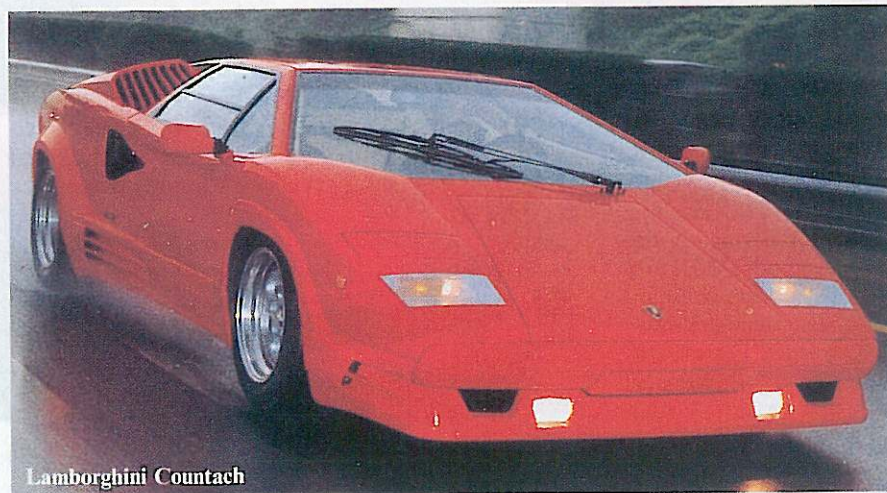
Ferrari F 40

wego, jest wolniejszy — 255 km/h. Chociaż model ten stylistycznie można zaliczyć do starszej generacji wozów ferrari, firma planuje dalsze usprawnienia techniczne, na przykład wyposażenie go w półautomatyczną skrzynię biegów sprawdzoną w samochodach Formuły 1 (przełącznik zmiany biegów umieszczony w kole kierownicy).



Lamborghini

Drugim słynnym włoskim producentem samochodów sportowych jest firma Lamborghini. Konstruktor ciągników rolniczych Ferruccio Lamborghini rozpoczął w swoim zakładzie w roku 1963 produkcję samochodów sportowych. W latach sześćdziesiątych w firmie wytwarzano modele, które cieszyły się dużym powodzeniem (m.in. P400 Miura, Silhouette, Espada 400GT). Kryzys lat siedemdziesiątych spowodował przejście firmy przez finansistów szwajcars-



Lamborghini Countach

kich i produkcję tylko jednego modelu — countach. Jego produkcję seryjną (5 sztuk miesięcznie!) rozpoczęto w roku 1973, a w roku 1979 ukazała się zmodyfikowana wersja oznaczona symbolem „S”. Wyposażona jest w centralnie umieszczony 12-cylindrowy silnik w układzie widlastym, zasilany przez 6 gaźników o mocy 375 KM. Samochód ten osiągał prędkość 300 km/h. W latach osiemdziesiątych wersję „S” zastąpił model Countach 5000 z silnikiem o pojemności 5.2 l i mocy 455 KM.

Produkcję countacha zakończono w końcu 1989 roku. Wydaje się, że główną przyczyną tak długiego czasu produkcji (16 lat) tkwiła w linii nadwozia opracowanego przez firmę Bertone. Miało ono charakter futurystyczny, zarówno w latach siedemdziesiątych jak i osiemdziesiątych. Ostre linie nadały pojazdowi agresywny charakter, daleki od łagodnej stylizacji ferrari. Drzwi były otwierane do góry w przód pod kątem 90°. Silny samochód dla ludzi o silnej osobowości.



Lamborghini Diablo



Lamborghini Diablo

W roku 1990 firma wyprodukowała nowy samochód — lamborghini diablo, który w pełni zasługuje na swoją nazwę. Nową karoserię opracował turyński stylist Marcello Gandini. Zniknęły ostre linie, pozostała jednak agresywna forma z krótkim przodem i wydłużoną częścią silnikową z tyłu. Zachowano charakterystyczny sposób otwierania drzwi, przedział pasażerski (ta terminologia lotnicza wydaje się tutaj zasadna) jest obszerniejszy i urządzony bardziej komfortowo. Karoserię wykonano z blach aluminiowych, z wyjątkiem pokrywy silnika i pokrywy przedniej (trudno tu mówić o pokrywie bagażnika, praktycznie go nie ma), które wykona-

no z kevlaru. Silnik 12-cylindrowy umieszczony jest analogicznie jak w countachu. Zwiększono jego pojemność do 5708 cm³ oraz zastosowano układ czterech zaworów na cylinder, a sześć gaźników zastąpiono układem wtrysku paliwa firmy Weber-Marelli. W efekcie tych zmian moc silnika wzrosła do 492 KM, a prędkość maksymalna do 325 km/h. Samochód ma napęd na cztery koła (ogumienie 335/35ZR17) o zmiennym rozkładzie mocy na osie. Rozkład jest regulowany automatycznie w zależności od warunków jezdnych, z tym, że obciążenie przednich osi może się zmieniać tylko w zakresie od 0 do 25 proc. pełnej mocy. Koła tylne mają po dwa resory spiralne i dwa amortyzatory. Diablo może więc być doskonałym konkurentem dla F40, zwłaszcza że jego cena katalogowa wynosi „tylko” 393 tys. marek. Jeszcze przed rozpoczęciem produkcji importer brytyjski złożył zamówienie na 197 egzemplarzy, a więc przy produkcji liczonej w sztukach wszystko wskazuje na to, że Lamborghini z modelem diablo „wjedzie” spokojnie w XXI wiek.



Bugatti

Ettore Bugatti, urodzony w Alzacji roku 1881 jako poddany cesarza niemieckiego, następnie obywatel francuski, uważający się za Włocha, wyprodukował w roku 1911 pierwszy samochód sygnowany swoim nazwiskiem — model Tipo 13. Od tego momentu rozpoczęła się legenda firmy Bugatti. Firma skoncentrowała się na produkowaniu samochodów wyścigowych (ponad dwa

tysiące zwycięstw), nie starając się doprowadzić do masowej produkcji swoich pojazdów. Stąd sportowe samochody Bugattiego były w okresie międzywojennym tym, czym dzisiaj jest na przykład testarossa. Oprócz samochodów sportowych, Bugatti wyprodukował, a raczej stworzył, siedem egzemplarzy (do dzisiaj zachowało się sześć) samochodu stulecia — bugatti royale. Były one wyposażone w silnik o pojemności 4726 cm³ (długość 1.5 m, waga 380 kg) oraz mocy 300 KM przy 1700 obr./min. Osiągana prędkość maksymalna wynosiła około 200 km/h. Po drugiej wojnie światowej firma przestała istnieć.

Odrodzenie się Bugatti firma zawdzięcza wielbicielowi jej samochodów Romano Artioliemu i jego wspólnikowi Jean-Marc Borelemu, którzy wybudowali w Campogalliano koło Modeny nowy zakład. Pierwszy produkt odrodzonej firmy — model EB110 — został pokazany 14. września 91 r. w Paryżu. Jest on wyposażony w silnik widlasty 12-cylindrowy, 60-zaworowy (po 5 zaworów na cylinder) o pojemności 3498 cm³ i mocy 550 KM przy 9000 obr./min. (ponad 150 KM z litra pojemności), umieszczony centralnie wraz z czterema turbosprężarkami. Maksymalny moment obrotowy 569 Nm osiąga przy 4200 obr./min. Szybkość maksymalna wynosi 350 km/h. Jest to pierwszy silnik z elementami wykonanymi z tytanu (m.in. korbowody i stopki korbowodów). Napęd na cztery koła z rozdziałem mocy między przednią i tylną osią w stosunku 40:60. Karoseria o sylwetce między łagodnymi liniami ferrari a agresywnym charakterem diablo wykonana jest z blach aluminiowych. Masa EB110 wyniesie 1400 kg. Planowana produkcja to 150 egzemplarzy rocznie. Cena nie jest jeszcze ustalona, ale czy to jest najważniejsze?

Bugatti EB 110





Porsche

Firmę Porsche założył w roku 1948 Ferry Porsche, syn wybitnego konstruktora Ferdynanda Porsche'a, który w początkach swojej kariery zawodowej przyczynił się w latach międzywojennych do sukcesów Mercedesa, a następnie był twórcą najsłynniejszego chyba samochodu — volkswagena, zwanego w Niemczech „kaffer”, a u nas „gar-

Porsche Carrera 4



busem”. Syn natomiast rozpoczął projektowanie i produkcję samochodów sportowych. Od samego początku istnienia pozycja jego firmy na rynku była dobra. Przełomem w jej rozwoju był rok 1963, kiedy to ukazał się model 901, który szybko przemianowano na 911. Nowy samochód w swojej koncepcji był odzworowaniem filozofii konstrukcji volkswagena z 1938 roku. Karoseria dwudrzwiowa, z linią dachu poprowadzoną do tylnego zderzaka, silnik chłodzony powietrzem w układzie „boxer” (łoki pracujące przeciwbieżnie) umieszczony z tyłu, z przodu zaś niewielki bagażnik. Idea ta sama, jednak porównywanie Porsche 911 z volkswagenem byłoby nietaktem. Model 911 był (i jest nadal) samochodem sportowym o świetnych parametrach technicznych i eksploatacyjnych, co zostało udowodnione w setkach rajdów i wyścigów samochodowych na całym świecie. Pomimo upływu 28 lat model 911 stanowi podstawowy samochód firmy.

Od roku 1974 na czele pojazdów o symbolu 911 znajdował się model 911 turbo. W ostatnich kilku latach firma wstrzymała jego produkcję, a to z powodu, jak to określono, „drakońskich”

amerykańskich wymagań w zakresie ekologii, tj. czystości spalin. 911 turbo nie mógł być tam sprzedawany, a jest to rynek, na który trafia ponad 50 proc. produkcji firmy. W wyniku ponad dwuletnich prac konstruktorów, pod koniec roku 1990 zaprezentowano nową edycję Porsche 911 turbo, który odpowiada w pełni normom amerykańskim. 911 turbo różni się zewnętrznie od innych modeli 911 ogromnym spojlerem zamontowanym na pokrywie silnika i głęboko wytłoczonymi błotnikami. Pod maską umieszczono typowy dla 911 6-cylindrowy silnik w układzie „boxer”, chłodzony powietrzem, o pojemności 3299 cm³, zasilany układem wtrysku

paliwa K Jetronic i turbosprężarką typu KKK. W efekcie uzyskano moc 320 KM przy 5750 obr./min. Umożliwia to uzyskanie przyspieszenia od 0 do 100 km/h w 4,99 sekundy oraz prędkość maksymalną w granicach 270 km/h. Zastosowano ogumienie o wymiarach 205/50ZR17 z przodu i 255/40ZR17 z tyłu. Pojemność bagażnika z przodu samochodu wynosi zaledwie 81,5 dm³. Cena — 183 tys. marek.

Pozostałe „zwykłe” modele 911 to Carrera 4 i Carrera 2 wytwarzane w

wersjach coupé, targa i kabriolet. Oba modele wyposażono w 6-cylindrowy silnik o pojemności 3600 cm³ i mocy 250 KM. Osiągają prędkość 260 km/h, przyspieszenie od 0 do 100 km/h w około 6 sekund. Mają tylny spojler wmontowany w pokrywę silnika, który jest automatycznie podnoszony po przekroczeniu prędkości 80 km/h, natomiast chowany po zatrzymaniu samochodu. Carrera 4 ma napęd na cztery koła z wykorzystaniem elektronicznego sterowania rozłożenia mocy na obie osie (wyjściowy jest podział w stosunku 31 proc. przód i 69 proc. tył). Istnieje możliwość mechanicznej (ręcznej) blokady przedniego lub tylnego mostu, ale tylko przy prędkości poniżej 40 km/h, po jej przekroczeniu włącza się automatycznie układ sterowania elektronicznego wykorzystujący czujniki systemu ABS umieszczone przy każdym kole. W modelu Carrera 2 proponowana jest (do wyboru) automatyczna, sterowana elektronicznie skrzynia biegów typu Tiptronic, umożliwiająca sterowanie przełoženiami automatycznie lub półautomatycznie — ręczne przełączenie o jeden bieg w górę lub w dół (jak w motocyklach, ale bez udziału mechanicznie wyciskanego sprzęgła). Przed laty podobnie działająca półautomatyczna, ale bez elektronicznego sterowania, skrzynię biegów miał Citroen DS.

Opisując Porsche 911 trudno nie wspomnieć o modelu oznaczonym symbolem 959. Został on opracowany jako model eksperymentalny (samochód-laboratorium) na bazie typowego 911. W roku 1983 rozpoczęto jego komercjalizację, starannie dobierając klientów, którzy mieli dostarczać firmie danych o eksploatacji tego pojazdu. Ogółem wyprodukowano i sprzedano 200 sztuk modelu 959, z tego kilka w wersji sportowej (przeznaczonej głównie na tory wyścigowe), a pozostałe w tzw. wersji turystycznej (klimatyzacja, komfortowe wykończenie wnętrza itp.). Cena

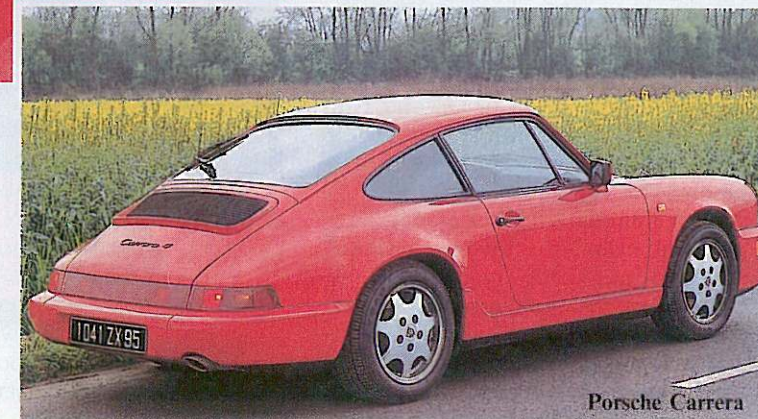


Porsche 911 Turbo



fabryczna wynosiła 450 tys. marek, a obecnie można go ewentualnie „odkupić” za cenę dwukrotnie wyższą. W samochodzie tym jest wszystko, co mogło wymyślić 45 stylistów i prawie 1000 konstruktorów zatrudnionych w ośrodku badawczym w Weissach. Znacznie poszerzono gabaryty nadwozia (z 1652 mm do 1840 mm), głównie poprzez dobudowanie aerodynamicznych błotników. W konstrukcji nadwozia wykorzystano stopy aluminiowe, blachy ocynkowane, kompozyty epoksydowo-szklano-kevlarowe oraz tworzywo poliuretanowe wypełnione włóknem szklanym. Silnik 6-cylindrowy typu „boxer” o pojemności 2848 cm³, z czterema zaworami na cylinder (dwa wałki rozrządu w każdym rzędzie cylindrów), wykonano w całości ze stopów aluminiowych. Osiągnięto moc 450 KM przy 6500 obr./min, a maksymalny moment obrotowy 500 Nm przy 5500 obr./min. Zastosowano dwie turbosprężarki z chłodzeniem powietrza dolotowego (przy niskich obrotach działa tylko jedna). Ciekawym rozwiązaniem jest układ chłodzenia. Głowice chłodzone są

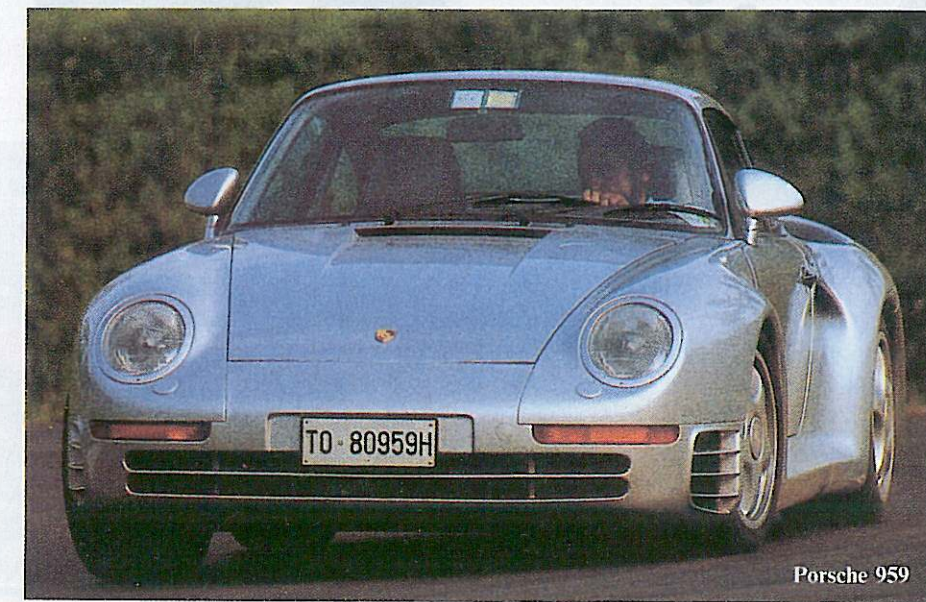
później w seryjnej Carrerze 4). Samochód ma elektroniczne czujniki ciśnienia powietrza w oponach oraz specjalny typ obręczy kół i ogumienia, które w przypadku całkowitego spadku ciśnienia w czasie jazdy nie zsuwa się z obręczy i nie ulega uszkodzeniu. Trudno w tak krótkim opisie wymienić wszystkie awangardowe rozwiązania techniczne i technologiczne wykorzystane w tym samochodzie, jest to bez wątpienia jedna z najciekawszych konstrukcji motoryzacyjnych. Prędkość maksymalna wynosi 315 km/h, przyspieszenie od 0 do 100 km/h w 3,9 s, od 0 do 200 km/h w 14,3 s.



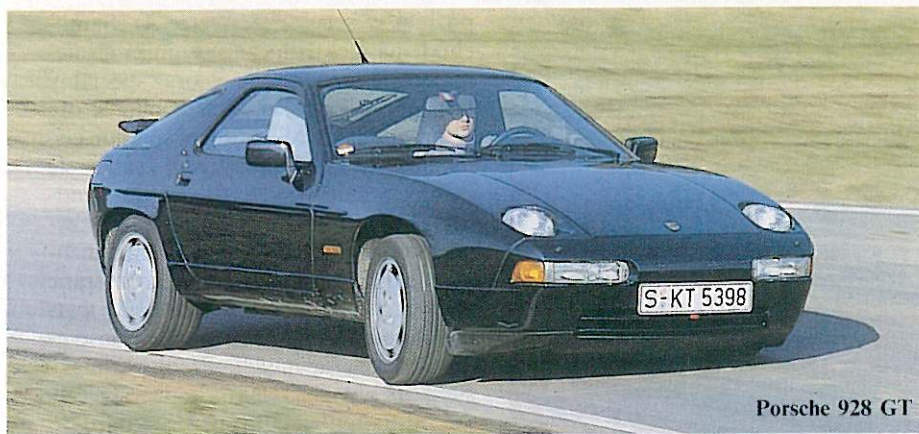
Porsche Carrera

cieczą — dwie pompy wodne, z chłodnicą umieszczoną z przodu samochodu. Blok silnika jest chłodzony powietrzem z automatycznym pomiarem jego ciśnienia za dmuchawą. Dodatkowo dwie chłodnice oleju umieszczono z przodu nadwozia. Napęd za pośrednictwem sześcioprzekładniowej skrzyni biegów przekazywany jest na cztery koła z elektronicznie sterowanym rozdziałem mocy na osie (rozwiązanie zastosowane

Samochody marki Porsche to nie tylko 911. Dla amatorów nowocześniejszych linii nadwozia przeznaczone są modele 928 i 944, z silnikiem umieszczonym z przodu napędzającym koła tylne, obszerniejsze wnętrze i bardziej komfortowe niż w tradycyjnym Porsche 911. Po raz pierwszy model 928 pokazano w marcu 1977 roku i chociaż na starcie nie wróżyono mu sukcesu, jednak z powodzeniem jest produkowany do



Porsche 959



Porsche 928 GT

dziś z niezmiennym nadwoziem. Jego elegancka linia typu trzydrzwiowego coupé 2+2 jest nadal jednym z głównych atrybutów. Obecnie firma proponuje dwa modele 928 oznaczone symbolami S4 i GT. Oba mają identyczne jednostki napędowe: silnik V-8 o pojemności 4957 cm³ wykonany w całości ze stopów aluminiowych z czterema zaworami na cylinder i dwoma wałkami rozrządu na każdy rząd cylindrów, chłodzony cieczą i umieszczony z przodu. Skrzynia biegów o pięciu przełożeniach w układzie transaxle (zablokowana z tylnym mostem) poprawia rozkład



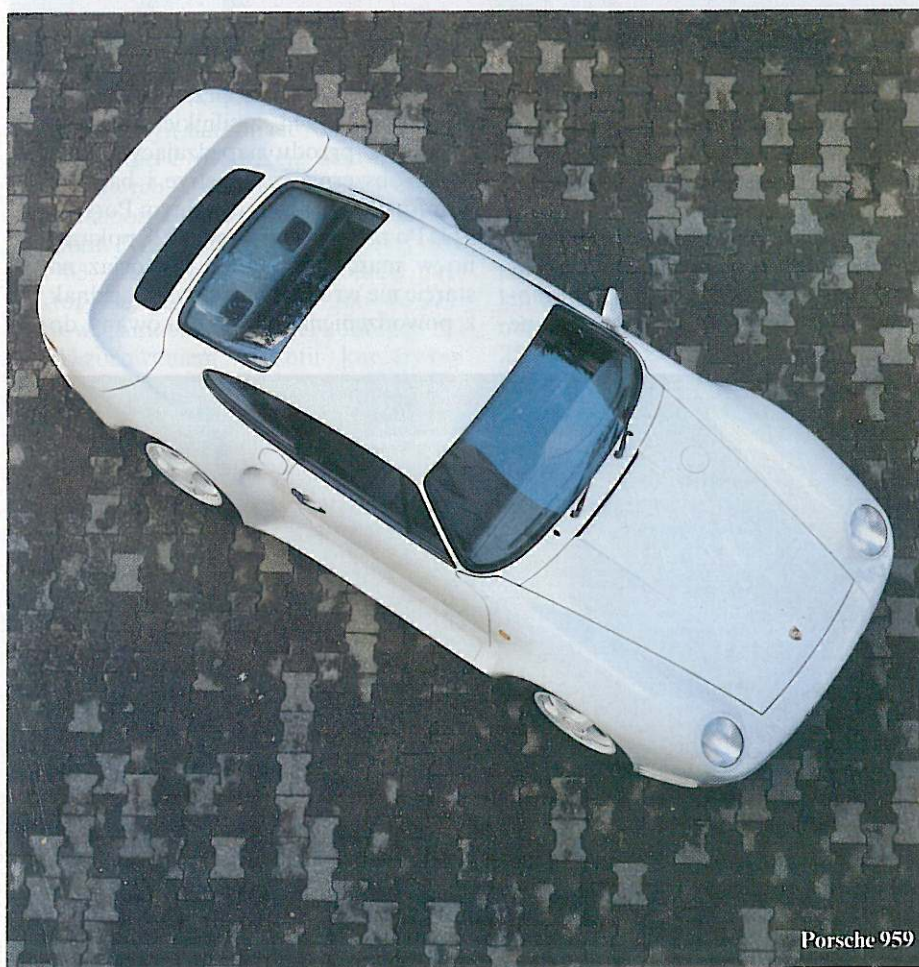
Porsche 944

obciążenia na obie osie. Model S4 ma moc 320 KM, natomiast GT, dzięki zmienionej konstrukcji wałków rozrządu, kolektorów wydechowych i zastosowaniu systemu wtrysku paliwa Bosch LH-Jetronic — moc 330 KM i maksymalny moment obrotowy 430 Nm przy 4100 obr./min. Porsche 928 GT osiąga maksymalną prędkość 275 km/h (wersja S4 „tylko” 265 km/h) i przyspiesza od 0 do 100 km/h w 5.8 s. Jedną z ciekawszych innowacji zastosowanych w tym samochodzie są elektroniczne czujniki ciśnienia w oponach, reagujące już przy ubytku 100 g powie-

trza — efekt doświadczeń z modelem 959. Cena obu modeli — w granicach 152 tys. marek.

Model 944 to najpopularniejszy (najtańszy) produkt firmy wytwarzany w zakładach w Neckarsulm. Jego kariera rozpoczęła się w roku 1975, kiedy to zakłady opuścił Porsche 924, który po nieznacznych modyfikacjach zyskał symbol 944. Koncepcja tego samochodu jest analogiczna jak typu 928; podobnie ukształtowana jest karoseria coupé 2+2 i układ napędowy ze skrzynią biegów w układzie transaxle. Obecnie produkowany model 944 oznaczony jest symbolem S2 i wyposażony w czterocylindrowy silnik wielozaworowy o pojemności 2950 cm³ i mocy 211 KM. Prędkość maksymalna 240 km/h, przyspieszenie od 0 do 100 km/h w 7.1 s. Porsche 944 S2 produkowany jest również w wersji kabriolet. Cena — 84 500 marek i 96 000 marek (kabriolet). We wrześniu 1991 roku odbyła się premiera następcy modelu 944, oznaczonego symbolem 968.

Pierwsze opublikowane zdjęcia wskazują na zmiany linii przedniej części nadwozia, a zapowiedzi o zwiększeniu mocy silnika do 240 KM oraz zastosowanie sześcioprzekładniowej skrzyni biegów lub skrzyni automatycznej typu Tiptronic.



Porsche 959

Na pewno rewelacją będzie zapowiadany na rok 1995 model 989 — pierwszy czterodrzwiowy porsche, konkurent BMW M5 i Mercedesa 500E.



Chevrolet

Jest paradoksem, że w ojczyźnie masowej motoryzacji — Stanach Zjednoczonych, które są głównym odbiorcą europejskich samochodów sportowych najwyższej klasy — produkowany jest dosłownie jeden samochód, który zaliczyć można do tej grupy. Wynika to może z faktu, że filozofia amerykańskich producentów wytwarzających pojazdy głównie pod kątem wygody pasażerów, wyposażone w elastyczne, niewysilone silniki o dużej pojemności, nie sprzyja konstrukcjom nowoczesnym, cechującym się wysokim ilorazem mocy w stosunku do pojemności silnika. Nawet obecnie popularne układy wielozaworowe w silnikach amerykańskich należą do rzadkości. Za to silniki cechuje duża niezawodność i trwałość. Tym wyjątkiem jest produkowany przez koncern General Motors samochód Chevrolet Corvette. Jego historia rozpoczyna się w roku 1953, kiedy to pojawił się na rynku jako kabriolet, następnie w latach 1963—1975 był wytwarzany również w wersji coupé, po czym przez dziesięć lat wyłącznie jako coupé. Chevrolet Corvette zawsze miał być symbolem rozwoju amerykańskiej myśli technicznej, dlatego też cieszył się dużą popularnością na rynku amerykańskim. Łącznie wyprodukowano ponad 900 tys. egzemplarzy tego modelu. Obecny model corvette, o eleganckiej sportowej karoserii, która stanowi kompromis pomiędzy stylem amerykańskim a europejskim, produkowa-

wany jest od roku 1984. Parametry techniczne — silnik o pojemności 5733 cm³ i mocy 248 KM — nie wzbudzają raczej zachwyty. Jest on typowym samochodem amerykańskim o sportowej linii, produkowanym w liczbie około 40 tys. sztuk rocznie (to prawie tyle, ile dwuletnia produkcja wszystkich modeli porsche).

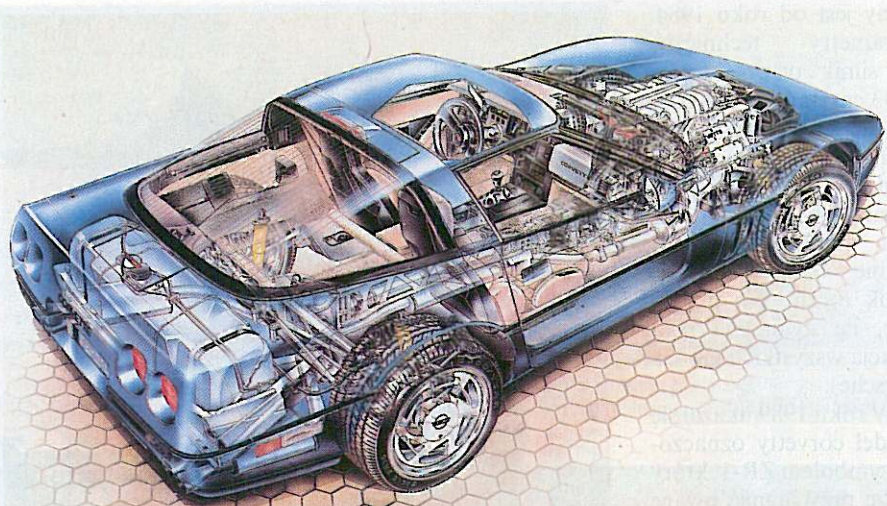
W roku 1989 ukazał się model corvette oznaczony symbolem ZR-1, który może przyciągnąć uwagę amatorów samochodów sportowych. Powstał on w wyniku długoletnich starań Dave McLellana, szefa działu sportowego w GM. Zewnętrznie nic nie odróżnia ZR-1 od pozostałych corvette (coupé i kabrioletów), jednak rozwiązania techniczne stawiają go w gronie takich samochodów jak ferrari czy porsche. Silnik 8-cylindrowy widlasty został opracowany przy współpracy z firmą Lotus (a jednak Europa!), którego produkcję zlecono firmie Mercury Marine (trudno w USA znaleźć producenta, który by wytwarzał tak małe serie — 19 sztuk dziennie). Jako podstawę do swojej pracy Lotus przyjął standardowy silnik corvette, wyposażając go w 32 zawory, oraz możliwość wyboru reżimu pracy silnika przez kierowcę. W układzie „normalnym” z 16 zaworów ssących pracuje jedynie 8 (po jednym na cylinder) oraz 8 wtryskiwaczy paliwa. Po wciśnięciu przycisku „full” pracują wszystkie zawory ssące oraz 8 dodatkowych wtryskiwaczy, z tym, że czas otwarcia jednego



z nich w cylindrze jest nieznacznie dłuższy (czas ten jest regulowany elektronicznie w zależności od obciążenia silnika). Przycisk „full” umożliwia uzyskanie pełnej mocy silnika, która wynosi 390 KM przy około 7000 obr./min. Niezależnie od włączonego reżimu pracy przy spadku obrotów poniżej 3500 obr./min następuje automatyczne przełączenie do trybu „normal”. Moc silnika jest przenoszona za pośrednictwem sześciostopniowej skrzyni biegów typu ZF (analogiczną zastosowano później w BMW 850i) na 17-calowe koła tylne. Opony o wymiarach 275/40ZR17 (przód) i 315/35ZR17 (tył) Eagle Gaterback wykonała firma Good Year specjalnie dla



Chevrolet Corvette ZR-1



Chevrolet Corvette 2 RI

ZR-1. Są to najszersze opony (31.5 cm) montowane w USA w samochodzie osobowym.

Zawieszenie samochodu — „Selective Ride Control” opracowane przez firmę Delco-Bilstein, dzięki elektronicznemu sterowaniu pracuje w trzech zakresach: „Touring” — zapewniający wysoki komfort jazdy typowy dla samochodu amerykańskiego, „Sport” — dla jazdy o sportowym charakterze oraz „Performance” — adaptujący model ZR-1 do warunków jazdy na torach wyścigowych.

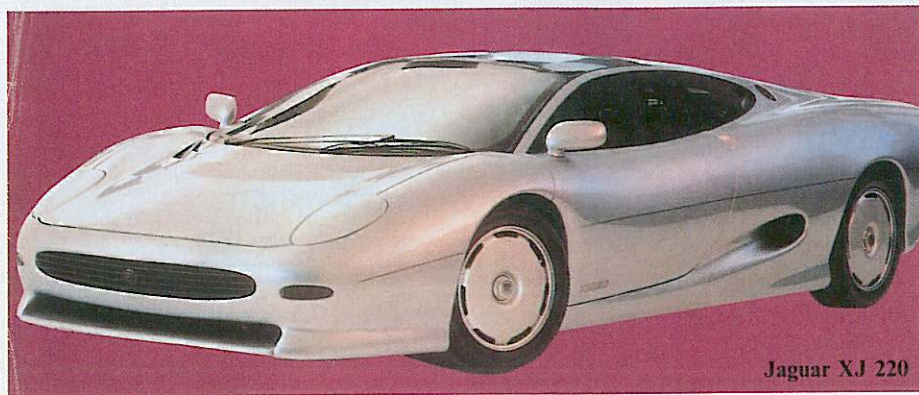
Prędkość maksymalna Corvetty ZR-1 po wciśnięciu klawisza „full” wynosi około 290 km/h, przyspieszenie od 0 do 60 mil (97 km/h) w 4.2 s. Zaskakujące jest, iż ZR-1 jeździ na paliwie niskooktanowym o wartości 87 ROZ (europejska benzyna bezołowiowa, tzw. zwykła, ma wartość 91 ROZ). Wnętrze samochodu stanowi połączenie komfortu z wymogami jazdy sportowej. Wszystkie wskaźniki są ciekłokrystaliczne, a najważniejsze z nich, między innymi obrotomierz, dają podwójne wskazania: cyfrowe i analogowe. Chociaż samochód jest przeznaczony tylko dla dwóch osób, ma dość dużą powierzchnię bagażową,

czego nie zapewniają europejskie pojazdy tej klasy. Jego cena wynosi około 172 tys. marek.



Jaguar

Na zakończenie powróćmy na kontynent europejski, dokładnie na Wyspy Brytyjskie, gdzie przemysł motoryzacyjny ma wieloletnią historię. Ostatnie dwie dekady były jednak dla niego najlepsze. Konkurencja japońska, amerykańska i pozostałych krajów Europy Zachodniej skutecznie wypierała z rynku samochody brytyjskie, cechujące się co prawda niezłą jakością, lecz konserwatywnym technologicznym (wysokie koszty produkcji) i stylistycznym stał się przyczyną braku sukcesów rynkowych. Problem ten dotknął również założoną w roku 1932 przez sir Williama Lyonsa firmę Swallow Sidecar Company, która do wojny produkowała samochody pod nazwą SS, po wojnie — ze zrozumiałych przyczyn — zmienioną na jaguar. Lata sześćdziesiąte to sportowy przebój fir-



Jaguar XJ 220

my — Jaguar „E” Type, lecz jego następca produkowany od roku 1975 do dzisiaj, model XJS, pomimo lepszych parametrów technicznych (silnik V-12 o mocy 273 KM, prędkość maksymalna około 230 km/h) jest bardziej samochodem luksusowym niż sportowym. Możliwe, że już niedługo jaguar odzyska swój dawny prestiż w klasie samochodów sportowych.

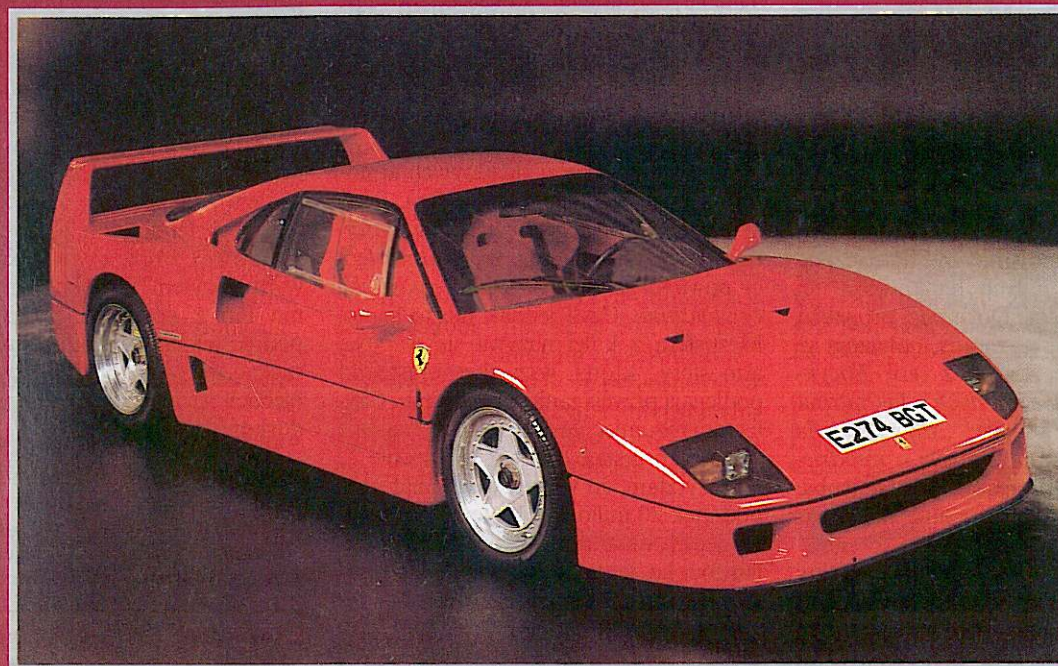
W roku 1988 na salonie w Birmingham Tom Walkinshaw, szef firmy Jaguar Sport Ltd., zaprezentował prototyp modelu XJ220. Samochód w niczym nie przypomina klasycznej (konserwatywnej) konstrukcji brytyjskiej. Jego nadwozie przypomina najlepsze „dzieła” stylistów włoskich. Prototyp wyposażono w 12-cylindrowy silnik o pojemności 6.2 l, natomiast w produkcji seryjnej, która ma się rozpocząć w roku 1992, przewidziany jest silnik V-6 o pojemności 3.5 l i mocy około 500 KM (adaptowany z wyczynowego modelu XJR). Dodatkowo napęd na 4 (18-calowe) koła i najwyższy — w angielskim stylu — komfort dla pasażerów. Ten „super-kot”, którego produkcja planowana jest na 220 egzemplarzy, ma kosztować nie mniej niż 500 tys. dolarów — akces kupna wymagał wpłaty 100 tys. dolarów; lista chętnych jest już zamknięta.

Lektura przedstawionego opisu współczesnych sportowych samochodów o najwyższych parametrach technicznych niewątpliwie nasuwa pytanie: Po co się je produkuje, skoro na całym świecie istnieją limity prędkości na drogach, a ich walory użytkowe, z praktycznego punktu widzenia, są trudne do określenia?

Wydaje się, że istnieje kilka odpowiedzi. Po pierwsze, konstrukcje te stanowią spełnienie zawodowych ambicji dla wielu projektantów i konstruktorów, którzy są często pionierami myśli technicznej w dziedzinie motoryzacji. Po drugie, małoseryjna produkcja tych samochodów przypomina trochę kolekcje znanych projektantów mody, które są kupowane i noszone przez niewiele kobiet, ale pozostałe znajdują w nich inspiracje dla własnych kreacji. Analogia ta jest tym bardziej zasadna, że prawie każda przedstawiona firma czy wręcz model samochodu kojarzony jest z nazwiskiem człowieka, który wniósł wkład w jego powstanie. A po trzecie, czyż świat motoryzacyjny dzięki tym pojazdom nie jest znacznie ciekawszy i barwniejszy?

Krzysztof Żórawski

SAMOCCHODY



MARZEŃ

NOWA KSIĄŻKA WIEDZY I ŻYCIA

SCIENCE PRESS ul. Stoneczna 35, 00-789 Warszawa, tel. 49 92 61, fax 81 76 56, fax 49 92 27

WIEDZĘ I ŻYCIE
oraz ŚWIAT NAUKI
kupisz zawsze
w następujących punktach:

Księgarnia ARKONA

02-785 Warszawa
ul. Surowieckiego 10
(Ursynów, za Megasamem)

Punkt Sprzedaży
AROPAN

00-643 Warszawa
ul. Nowowiejska 5
tel. (0-22) 25-21-58

Księgarnia ATLAS

00-133 Warszawa
Al. Jana Pawła II 26
tel. (0-22) 20-36-39

Główna Księgarnia
Naukowa im. B. Prusa

00-068 Warszawa
ul. Krakowskie Przedmieście 7
tel. (0-22) 26-18-35

Księgarnia ODEON

00-521 Warszawa
ul. Hoża 19
tel. (0-22) 21-80-69

Księgarnia
Wysyłkowa FAKTOR

02-759 Warszawa
ul. Żółtych Piasków 2/3
tel. (0-22) 40-97-86

Księgarnia ETHOS

90-406 Łódź
ul. Piotrkowska 11
tel. (0-42) 33-31-06

Firma Handlowo-
-Usługowa INDEKS

87-100 Toruń
ul. Kościuszki 9
tel. (856) 289-40

Księgarnia
Literacka

58-300 Wałbrzych
ul. Słowackiego 4
tel. (874) 232-24

Księgarnia ARHAT

50-550 Wrocław
ul. Szczytnicka 27
tel. (0-71) 44-12-55 w. 56

W najbliższych numerach
Wiedzy i Życia

między innymi:

Za co Nagrody Nobla?
W niewoli rytmów biologicznych
Co to jest terapia genowa?
Pierwsi Amerykanie
Jak powstaje legenda?
Dinozaury z Gór Świętokrzyskich
Płatyna
Oczy — okno na świat



W styczniowym numerze
Świata Nauki

Jądrowe równanie stanu
Białko amyloidu i choroba Alzheimera
Mikrolasery
Geny, ludzie i języki
Odzwierciedlanie kosmosu
Kultury komórkowe w medycynie
Broń palna, przemoc i polityka

