

DOKĄD ZMIERZA WSPÓLCZESNA GEOTEKTONIKA?

Obchodzona niedawno 100-letnia rocznica urodzin wielkiego geofizyka niemieckiego Alfreda Wegenera (1880–1930), twórcy słynnej koncepcji dryftu kontynentów (A. Wegener, 1912, 1915) stała się okazją do rozważań na temat roli współczesnej geotektoniki, jej historycznych związków z dawnymi ideami geotektonicznymi i dróg dalszego rozwoju (m.in. 13, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 29, 42, 45).

Obserwowany od końca XIX w. do dziś bujny rozwój globalnych teorii¹ tektonicznych daje się przedstawić i zanalizować w ramach koncepcji metodologicznej tzw. naukowych programów badawczych Imre Lakatosa (36). Zgodnie z tą koncepcją wzrastanie nauki (por. 40) następuje w ciągłym procesie konkurowania i konfrontacji różnych programów badawczych, z których każdy ma niezmienny trzon programu oraz zmieniający się, pod wpływem nowo dopływających faktów, pas ochronny programu złożony z hipotez pomocniczych i określonych założeń początkowych. Działanie takiego programu wyraża się przez powstawanie ciągu teorii. Ciąg teorii jest postępowy o ile w efekcie rozwoju programu naukowego powstają teorie wykazujące przyrost treści empirycznej, tłumaczące napływające fakty i pozwalające na ich przewidywanie. W przeciwnym wypadku dany ciąg teorii staje się ciągiem degenerującym, a program naukowy przestaje być owocny. Jest to wystarczającym powodem do zarzucenia założeń tworzących trzon programu i przyjęcia nowego.

Rzeczony i ewolucja współczesnych teorii geotektonicznych jest dobrą ilustracją wspomnianych prawidłowości we wzrastaniu nauki. Co więcej, zanalizowanie rozwijanych współcześnie w geotektonice programów badawczych pozwala na sformułowanie prognoz dotyczących dalszego ich losu, a więc prawdopodobnego przebiegu dalszego rozwoju tektoniki globalnej.

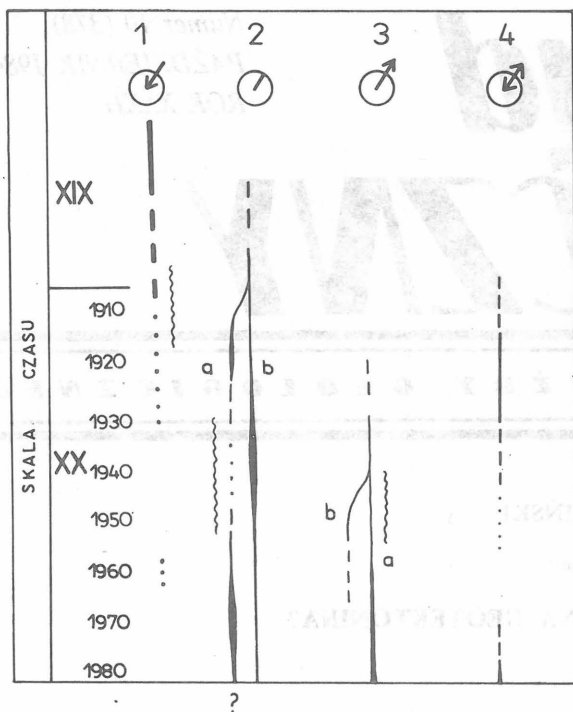
W aspekcie historycznym rozwoju geotektoniki wszystkie dotychczasowe teorie geotektoniczne mieszczą się

w ramach czterech modeli Ziemi jako planety², a mianowicie: Ziemi kurczącej się (kontrakcja) (de Beaumont, 1852), Ziemi o stałych wymiarach, Ziemi rozszerzającej się (Hixon 1920, Hilgenberg 1933, vide 12, 25) oraz Ziemi pulsującej (Rothplatz 1902, Bucher 1924, 1933). Trzy pierwsze modele wykluczają się nawzajem, natomiast model czwarty stanowi syntezę koncepcji Ziemi kurczącej się i rozszerzającej. Każdy z wymienionych modeli uznać można za trzon programu naukowego, ich historyczne losy przedstawia schemat graficzny (ryc. 1). Najstarszy z tych programów – program naukowy Ziemi kurczącej się został, w wyniku dopływu szeregu nowych faktów, najpierw poddany w wątpliwość na przełomie XIX i XX wieku, a następnie, po uznaniu roli procesów rozpadu promieniotwórczego w bilansie cieplnym planety – całkowicie porzucony. Wyniki nowych badań szczególnie z obszarów den oceanicznych, otrzymane w ciągu ostatnich 30 lat, wydają się całkowicie potwierdzać degenerujący charakter tego ciągu teorii. Odegrał on jednak niezmiernie ważną rolę historyczną, a uformowany przez jego wyznawców zakres pojęć naukowych został w znacznym stopniu przejęty i zaadoptowany przez konkurencyjne programy naukowe. Rozwinięta w ramach programu Ziemi kurczącej się koncepcja górotwórczego znaczenia kompresji tangencjalnej, wynikającej z kontrakcji planety, została przejęta przez program Ziemi pulsującej. Program ten, po chwilowym rozkwicie w latach 20 i 30 naszego stulecia (Bucher 1924, Obruczew 1940) został właściwie zaniechany i dopiero ostatnio znalazł swych nowych zwolenników (38, 39).

Jak wynika ze schematu graficznego (ryc. 1) w ciągu ostatnich 20-30 lat kontynuowane są jedynie dwa programy naukowe: Ziemi o stałych wymiarach w toku jej ewolucji geologicznej oraz Ziemi rozszerzającej się. Program Ziemi o stałych wymiarach jest w swej istocie programem opartym na zasadach aktualistycznych, swój początek datuje on na drugą połowę XIX w., uformował się równo-

¹ Pojęcie „teorii” jest zastosowane tu w sensie ogólnego systemu interpretacyjnego, który ma mniej lub więcej hipotetycznych części składowych. Nie zachowano ścisłych definicji pojęć „teorii” i „hipotezy” (por. 45).

² Modele te dotyczą geologicznego, a nie protoplanetarne-go okresu ewolucji Ziemi (od 4 mld lat), po zakończeniu etapu akrecji, wielkiego bombardowania i powstania w płaszczu frontu przetopienia.



Ryc. 1. Schemat rozwoju zasadniczych geotektonicznych programów naukowych w czasie. Programy: 1 – Ziemi kurczącej się (kontrakcja); 2 – Ziemi o stałych wymiarach w toku ewolucji geologicznej, a – podprogram mobilistyczny, b – podprogram stabilistyczny (permanencji); 3 – Ziemi rozszerzającej się (ekspansja), a – podprogram znacznej ekspansji, b – podprogram ekspansji ograniczonej; 4 – Ziemi pulsującej.

— okres rozkwitu programu naukowego; ··· – okres zmniejszonego zainteresowania programem; ~ – kryzys programu naukowego. Grubość linii odpowiada względnemu znaczeniu danego programu w rozwoju geotektoniki.

Fig. 1. Scheme of development of major scientific geotectonic programmes in time. Programmes of: 1 – shrinking Earth (contraction), 2 – the Earth with dimensions constant throughout its geological evolution, a – mobilistic subprogramme, b – stabilistic (permanence) subprogramme, 3 – expanding Earth, a – marked expansion subprogramme, b – limited expansion subprogramme, 4 – pulsating Earth.

— time of the most vivid developments of programme, ··· – time of decreasing interest in programme, ~ – crisis of programme (thickness of line reflects relative importance of a given programme for the developments in geotectonics).

legle z pogłębiającym się kryzysem koncepcji Ziemi kontraktującej. Model Ziemi o stałych wymiarach stał się podstawą dla rozwoju różnych teorii geotektonicznych, które już w pierwszym 20-leciu naszego wieku uformowały dwa odrębne ciągi teorii: ciąg teorii mobilistycznych oraz ciąg teorii stabilistycznych (permanencji). Ciąg mobilistyczny oparty jest na przekonaniu o poziomym przemieszczaniu się głównych geostruktur (np. oceanów i kontynentów) w historii ewolucji Ziemi, ciąg stabilistyczny zakłada ich stałość, czyli permanencję. Każdy z tych dwóch podprogramów naukowych zaadoptował i rozwinął idee i pojęcia uformowane przez swych poprzedników, np. teorie mobilistyczne sięgały po koncepcje tektogeny tangencjalnej, kompresyjnej rozpracowane w ramach programu kontrakcji Ziemi; teorie stabilistyczne rozwinęły dalej idee tektogeny pionowej mające swój rodowód jeszcze w XVIII-wiecznej hipotezie wyniesień.

Całkowicie odrębny jest program naukowy oparty na założeniu o rozszerzaniu się planety w toku jej ewolucji. Program ten powstał w latach 20–30 XX w. (Hixon 1920, Lindeman 1927, Bogolepow 1922, Hilgenberg 1933 – vide 12), od tego czasu jest kontynuowany przez stosunkowo nielicznych badaczy, jak gdyby na uboczu głównego dotychczas nurtu rozwoju geotektoniki. W latach 50-tych uległ on chwilowo wyraźnemu rozdzieleniu na 2 podprogramy: jeden z nich przyjmuje tzw. ograniczoną ekspansję Ziemi opartą na przyjmowanej przez Diraca (1937) zależności stałej grawitacyjnej Wszechświata od jego wieku (np. 22, 31, 32, 46), drugi – tzw. ekspansji pełnej – zapoczątkowany przez Hilgenberga (25) wychodzi z założenia, iż skorupa kontynentalna budująca dziś kontynenty reprezentuje fragmenty pierwotnej, ciągłej pokrywy sialicznej protoplanety, która uległa rozerwaniu w wyniku ekspandowania wnętrza Ziemi. W koncepcji tej zachodzi więc również poziome przemieszczanie się głównych geostruktur, ale w przeciwieństwie do podprogramu mobilistycznego przemieszczenia te nie zachodzą względem podłoża fragmentów litosfery, lecz są wynikiem ich stopniowego oddalania się od siebie w rezultacie ekspansji wnętrza planety. W swej istocie omawiany program jest nieaktualistyczny, konsekwencją bowiem zmian wymiarów planety jest zmienność wszystkich głównych czynników fizycznych i chemicznych, wpływających na procesy geologiczne.

Rozwijane obecnie programy badawcze w geotektonice konkurując ze sobą wytwarzają ciągi teorii, które oddziałują na siebie wzajemnie i ulegają zmianom pod wpływem dopływających nowych faktów naukowych. Pojawiają się i znikają teorie i ich modyfikacje, a każdy z programów naukowych stara się elastycznie dostosować do lawinowo narastającej informacji naukowej. Schemat graficzny (ryc. 2) pozwala na bliższe zapoznanie się z tymi procesami, których widownią jest współczesna geotektonika. Na schemacie przedstawiono trzy główne programy naukowe: program mobilistyczny i stabilistyczny, odpowiadające modelowi Ziemi o niezmiennych w toku ewolucji geologicznej wymiarach oraz program Ziemi rozszerzającej się. Każdy z tych programów wytwarza ciąg teorii pod wpływem nowych faktów obserwacyjnych. Na szkicu zaznaczono również przepływ koncepcji między programami, dzięki któremu oddziałują one na siebie nawzajem.

Ciąg teorii programu mobilistycznego rozpoczyna się od koncepcji dryftu kontynentów zapoczątkowanej przez F. B. Taylora (1910) i A. Wegenera (1912, 1915, 1921). Koncepcja ta, oparta na geometrycznej zgodności zarysu kontynentów, na danych paleoklimatycznych i paleontologicznych oraz związkach jednostek stratygraficznych i tektonicznych po obu stronach Oceanu Atlantyckiego uformowała ostatecznie ideę Pangei, która uległa rozerwaniu w wyniku dryftu kontynentów. Stała się ona też trzonem jednej z dwóch głównych szkół myślenia tektonicznego w pierwszej połowie XX w., tzw. szkoły Wegenera-Arganda (13). Szkoła ta doprowadziła do sformułowania koncepcji tektogeny tangencjalnej, kompresyjnej wywołanej przez poziome ruchy mas kontynentalnych (Wegener) oraz ich kolizje (Argand). Reprezentowała ona aktualistyczne podejście do zjawisk tektonicznych, wykazywała brak regularności czasowej i przestrzennej w procesach deformacji tektonicznych, brak reguł w rozmieszczeniu orogénów. Od początku omawiane koncepcje tektoniczne miały jednak trudności w wyjaśnieniu przyczyn ruchu kontynentów. Przyczyny wynikające z rotacji Ziemi okazały się niewystarczające,

Ryc. 2. Schemat rozwoju współczesnych geotektonicznych programów naukowych i ich wzajemnych powiązań. Wydzielone programy naukowe: I – program mobilistyczny; II – program stabilistyczny; III – program Ziemi rozszerzającej się.

I – linie ciągów teorii, ich grubość odpowiada względemu znaczeniu danego programu naukowego w danym okresie rozwoju geotektoniki; 2 – dopływ nowych faktów obserwacyjnych, 3 – przepływ koncepcji między programami, 4 – wzajemne oddziaływanie teorii.

Numeracja dopływu faktów i idei.

1 – wpływ promieniotwórczości na bilans cieplny Ziemi, idea prądów konwekcyjnych, 2 – wyniki badań paleomagnetycznych na kontynentach, 3 – wyniki badań den oceanów, 4 – wyniki badań geofizycznych skorupy i górnego płaszczka Ziemi, idea astenosfery i litosfery, 5 – badania den oceanów w ramach Międzynarodowego Programu Geofizycznego ze statku Glomar Challenger – paleomagnetyczne, geologiczne, wiercenia, 6 – wyniki badań tektonogenów prekambryjskich i paleozoicznych, 7 – wyniki badań planet grupy ziemskiej.

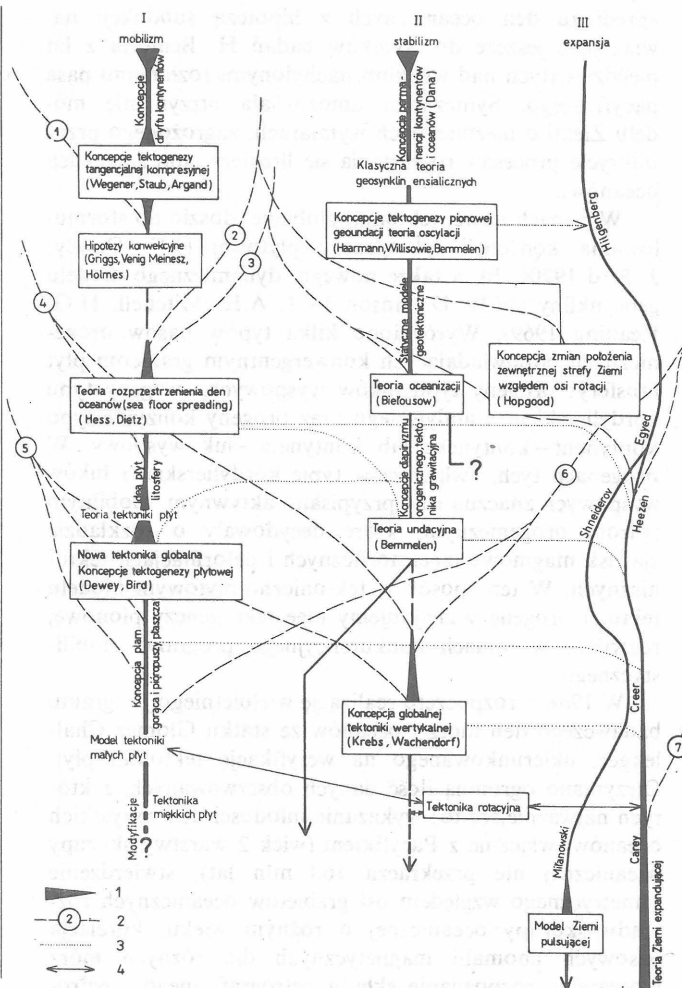
Fig. 2. Scheme of development and interrelations of the modern scientific geotectonic programmes. The programmes: I – mobilistic, II – stabilistic, III – expanding Earth.

1 – lines of series of theories (thickness of line reflects relative importance of a given scientific programme for the developments in geotectonics in a given time), 2 – supply of new data, 3 – flow of concepts between programmes, 4 – mutual influence of theories. Supply of new data and ideas: 1 – influence of radioactivity on heat budget of the Earth, idea of convection currents, 2 – results of palaeomagnetic studies on continents, 3 – results of studies on oceanic floor, 4 – results of geophysical surveys of the Earth crust and upper mantle, idea of asthenosphere and lithosphere, 5 – studies on oceanic floor, carried out within the DSDP (Glomar Challenger), International Geophysical Programme – paleomagnetic and geological studies and drillings, 6 – results of studies on Precambrian and Palaeozoic tectogenesis, 7 – results of studies on planets of the Earth group.

co stało się powodem kryzysu programu mobilistycznego w latach trzydziestych XX w. Stanu tego nie zmieniła interesująca idea du Toita (1937), według którego kontynenty ześlizgują się grawitacyjnie w stronę obniżających się pod wpływem ciężaru osadów stref marginalnych, fałdując te strefy.

Badania geofizyczne prowadzone w ciągu pierwszych 20–30 lat naszego stulecia, które wykazały istnienie tzw. korzeni gór zanurzonych w podłożu simatycznym oraz ujemnych anomalii grawimetrycznych w strefach rowów oceanicznych, a z drugiej strony odkrycie promieniotwórczości i jej wpływu na bilans cieplny planety stały się bodźcem do pojawienia hipotez podskorupowych prądów konwekcyjnych odpowiedzialnych za zjawiska tektoniczne. Zwolennicy tych hipotez (Schwimmer 1920, Griggs 1939, Venig Meinesz 1947, Kraus 1951) byli kontynuatorami wyrażonej jeszcze w 1906 r. przez Ampfere'a idei prądów podsuwających. W ramach teorii konwekcyjnej Holmes (1944) wprowadził do geotektoniki myśl o wspólnym dryfie kontynentów wraz z ich simatycznym podłożem. Tym samym program mobilistyczny został wzbogacony w prawdopodobny mechanizm napędowy mobilizmu – konwekcję, a samo pojęcie dryftu kontynentów znacznie pogłębione.

Kolejnym, silnym bodźcem dla rozwoju tego programu naukowego stały się wyniki badań paleomagnetycznych prowadzone w latach pięćdziesiątych na obszarze różnych kontynentów (np. Irving 1956, Runcorn 1956). Dane te wykazały wędrówkę biegunów magnetycznych w czasie ewolucji Ziemi, a także wskazywały



na względne przemieszczenia się kontynentów względem siebie. Program mobilistyczny uzyskał po raz pierwszy możliwość ilościowego określania ruchów.

Równolegle prowadzone badania geofizyczne pozwoliły na wykazanie istnienia pod sztywną litosferą o grubości około 100 km, plastycznej astenosfery (Gutenberg, oraz na scharakteryzowanie różnic w budowie skorupy kontynentalnej i oceanicznej. Badania den oceanicznych (Heezen, Tharp, Eving, 1959) doprowadziły do odkrycia światowego systemu grzbietów śródoceanicznych i struktur ryftowych o wyraźnie tensyjnym charakterze. Dopływ wspomnianych faktów naukowych doprowadził do sformułowania przez Dietza (1961) i Hessa (1962) teorii rozprzestrzeniania den oceanów (spredingu). Od tego momentu rozpoczyna się gwałtowny wzrost zainteresowania programem mobilistycznym.

Odkrycie pasowych anomalii magnetycznych den oceanicznych i ich powiązanie ze skalą czasu (Vine, Matthews, 1963) oraz wprowadzenie pojęcia uskoków transformujących (Wilson 1965) pozwoliło na matematyczne opracowanie spredingu den oceanicznych. Syntezą dotychczasowych danych stała się teoria tektoniki płyt uformowana w latach 1968–70. Narastaniu nowej skorupy oceanicznej w strefach dywergentnych, które odpowiadają światowemu systemowi ryftowemu przeciwstawiono jej pochłanianie w strefach konwergentnych, którymi mogą być strefy subdukcji lub kolizji (W. J. Morgan 1968, X. Le Pichon 1968, B. Isacks, J. Oliver, L.R. Sykes 1968 i in.). Nowa tektonika globalna, jak ją nazwali ostatni z wymienionych powyżej autorów, stała się syntezą teorii

spreingu den oceanicznych z hipotezą subdukcji nawiązującą jeszcze do wyników badań H. Benioffa z lat pięćdziesiątych nad wielkimi nachylonymi rozłami pasa pacyficznego. Synteza ta umożliwiła utrzymanie modelu Ziemi o niezmiennych wymiarach, zagrożonego przez odkrycie procesów rozrastania się litosfery (spreingu den oceanów).

W ramach nowej tektoniki globalnej doszło do sformułowania koncepcji tektogeny płytowej (J.F. Dewey, J. Bird 1970a, b), a także nowego, dynamicznego modelu geosynkliny (W.R. Dickinson 1971, A.H. Mitchell, H.G. Reading 1969). Wyróżniono kilka typów pasów orogenicznych odpowiadających konwergentnym granicom płyt litosfery: orogeny typu łuków wyspowych, orogeny typu kordylierskiego i andyjskiego oraz orogeny kolizyjne typu kontynent – kontynent lub kontynent – łuk wyspowy. W orogenach tych, zwłaszcza w typie kordylierskim i łuków wyspowych znaczną rolę przypisano aktywnym, mobilnym jądrom orogenicznym, które decydowały o rozkładzie zjawisk magmowo-metamorficznych i deformacjach tektonicznych. W ten sposób w tektoniczno-płytowym modelu tekto- i orogenezy znajdujemy idee tektogeny pionowej rozwijane w ramach konkurencyjnego programu stabilistycznego.

W 1968 r. rozpoczęto realizację wieloletniego programu badawczego den mórz i oceanów ze statku *Glomar Challenger*, ukierunkowanego na weryfikację tektoniki płyt. Otrzymano ogromną ilość danych obserwowanych, z których najważniejsze to: wykazanie młodości den wszystkich oceanów, włącznie z Pacyfikiem (wiek 2 warstwy skorupy oceanicznej nie przekracza 160 mln lat), stwierdzenie symetrycznego względem osi grzbietów oceanicznych rozkładu skorupy oceanicznej o różnym wieku, korelacja pasowych anomalii magnetycznych dla różnych mórz i oceanów, rozpoznanie składu petrograficznego i petrochemii skał budujących skorupę i górny płaszcz oceanów, stwierdzenie anomalnie wysokiego potoku ciepłego ponad grzbietami oceanicznymi, basenami pozałukowymi i morzami marginalnymi.

Równocześnie wykazane przez te badania istnienie punktowych anomalii potoku ciepłego stało się bodźcem do sformułowania koncepcji plam gorąca (hot spot) i pióropuszy płaszcza jako struktur stacjonarnych, podlitosferycznych, oddziaływujących pionowo na litosferę i wywołujących zjawiska intrapłytowe (K. Burke, J.F. Dewey 1973, W. Morgan 1972 i in.). Za pomocą tej koncepcji wyjaśnia się rozpad kontynentów ponad diapirami płaszcza. W połowie lat siedemdziesiątych teoria tektoniki płyt była już całkowicie ukształtowana, stała się panującą teorią geotektoniczną. Przy pomocy wykształconych w jej ramach koncepcji i idei zaczęto interpretować nie tylko współczesną geodynamikę Ziemi i jej bezpośrednią poprzedniczkę geodynamikę mezo-kenozoiczną, ale również starsze, paleozoiczne i prekambryjskie epoki górotwórcze. Interpretacje te prowadzono na podstawie asocjacji skalnych i struktur wskaźnikowych w stosunku do reżimów tektoniczno-płytowych. Takimi asocjacjami skalnymi są kompleksy ofiolitowe, parzyste pasy metamorficzne, pasy wulkaniczno-plutoniczne itp.

Stale dopływające nowe fakty dotyczące struktur tektogenów o różnym wieku, oddziaływując na tektonikę płyt zmuszają ją do wytwarzania coraz to nowych modyfikacji w celu sprostania trudnościom interpretacyjnym. I tak np. w celu wyjaśnienia skomplikowanego przebiegu i rozkładu wergencji fałdów w Alpach Eurazji stworzona została tzw. tektonika małych płyt, których wzajemne oddziaływanie są odpowiedzialne za przebieg deformacji

w tym pasie. Tendencja do wydzielania coraz większej ilości mikro płyt nasila się. Z kolei badania tektogenów prekambryjskich zmusiły badaczy do przyjęcia miękkich płyt, oddziaływujących ze sobą plastycznie w warunkach znacznie wyższego potoku ciepłego. Interpretacje tektoniczno-płytowe dla prekambru są zresztą szczególnie niepewne; wielu autorów skłania się do poglądu, iż w okresie starszym od 1 mld lat tektoniką Ziemi rządził odmienny mechanizm deformacyjny.

W ostatnich latach trudności stojące przed programem mobilistycznym, reprezentowanym przez teorię tektoniki płyt i jej modyfikacje wydają się pogłębiać. Dotyczą one interpretacji zarówno budowy i ewolucji geologicznej kontynentów jak i obszarów oceanów. Szczególne trudności pojawiają się przy wyjaśnianiu struktury i ewolucji stref konwergencji, wzdłuż których zachodzą deformacje tektoniczne oraz szczegółów tektoniki wewnątrzpłytowej. Tektoniczno-płytowe interpretacje orogenów odznaczają się coraz większym stopniem złożoności i dowolności w przyjmowaniu przebiegu i kierunków kolizji mikrokontynentów, stref paleosubdukcji, szwów kolizyjnych itp. Dla wyjaśnienia genezy poszczególnych pasów tektonicznych powstał w ostatnich latach cały szereg modyfikacji tektoniki płyt, takich jak: koncepcja kolizji płyt o nierównych krawędziach (44), kolizji skośnych, hipoteza łuków indukowanych (10), koncepcja tektoniki łuskowej (flake tectonics – 43) i delaminacji litosfery (6). Tektonika płyt nadal poszukuje odpowiedzi na pytania dotyczące przyczyn ruchu płyt litosfery, inicjacji subdukcji, mechanizmu deformacji wewnątrzpłytowych i redukcji grubości litosfery.

Poważne problemy interpretacyjne stwarzają zagadnienia kompensacji spreingu, odmienny od przyjmowanego pierwotnie rozkład skorupy oceanicznej o różnym wieku, tensyjny charakter rowów oceanicznych, lateralne zmienności własności w obrębie górnego płaszcza Ziemi, w tym zanikanie astenosfery pod starymi platformami prekambryjskimi i wyraźne związanie struktur powierzchniowych z ich podłożem w płaszczu do głębokości 600–700 km.

Pomimo wzrastającej stale liczby modyfikacji tektonice płyt coraz trudniej przychodzi przekonywujące wyjaśnienie dopływających faktów i prawidłowe ich przewidywanie. Są to objawy kryzysu programu naukowego. Nie zmieniają tego faktu próby obrony podstawowej filozofii tej teorii podjęte ostatnio (np. 21), w których niepowodzenia interpretacyjne tłumaczone są szeregiem, czynników obiektywnych, takich jak złożoność budowy stref podlegających interpretacji, problemom skali rozpatrywanych zjawisk oraz niemożliwością zachowania się wszystkich elementów danej struktury geologicznej ze względu na ich pochłanianie (subdukcja), przemieszczanie i zdeformowanie.

Równolegle w stosunku do programu mobilistycznego rozwijał się i ewoluował program stabilistyczny zakładający permanencję głównych geostruktur. Koncepcja ta wywodzi się jeszcze od idei permanencji kontynentów i oceanów (Dana) oraz hipotezy pomostowej (Suess, Schuchert, Haug) rozwijanych z końcem XIX w. W ramach tego programu naukowego powstała i rozwinęła się klasyczna teoria geosynkliny ensialicznej i jej etapowej ewolucji. Stabilistyczną w swych zasadniczych założeniach była szkoła tektoniczna Kobera-Stillego (13) pomimo, iż jej twórcy wyznawali ideę kontrakcji Ziemi. Szkoła ta wypracowała nieaktualistyczne podejście do zjawisk tektonicznych, wykazując stopniową stabilizację Ziemi w czasie jej rozwoju tektonicznego, wprowadziła pojęcie faz górotwórczych, poszukiwała regularności w czasowym

i przestrzennym rozmieszczeniu orogénów. W poszukiwaniu genezy powstawania geosynklin i ich przekształcania się w górotwory powstało w latach trzydziestych i czterdziestych XX w. wiele koncepcji tektogenezy pionowej – teoria oscylacyjna Haarmanna (1930), teoria undacyjna Bemmelen (1933) i astenolitowa B. i S. Willisów (1941) oraz radiomigracyjna koncepcja Bielousowa (1942). Cechą wspólną tych teorii było uznawanie ruchów pionowych za przyczynę wszystkich deformacji w skorupie Ziemi. Deformacje tangencjalne były uznawane przez zwolenników tych koncepcji bądź za wywołane przez spełzywanie grawitacyjne mas skalnych, bądź przez boczny nacisk podnoszących się pionowo mas.

Wspomniana grupa teorii, przeżywająca szczególnie rozkwit w okresie kryzysu programu mobilistycznego w latach trzydziestych i czterdziestych naszego wieku dała podstawę szeregowi statycznych modeli geotektonicznych. Dopiero wyniki badań paleomagnetycznych lat pięćdziesiątych doprowadziły do zachwiania tej dominacji. Program stabilistyczny odpowiedział na nie koncepcją zmian położenia zewnętrznych sfer Ziemi względem jej osi rotacji (Hopgood vide 3), nie potrafił jednak stworzyć tak atrakcyjnych rozwiązań jakie oferował program mobilistyczny.

Do dziś zresztą wyniki badań paleomagnetycznych są przez reprezentantów idei stabilizmu poddawane w wątpliwość lub tłumaczone w sposób nie wymagający przyjmowania wielkich przemieszczeń poziomych. Badania den oceanów, odkrycie światowego systemu ryftowego i różnic w budowie skorupy kontynentalnej i oceanicznej stały się bodźcem do pojawienia się teorii oceanizacji Bielousowa (1968), według której skorupa oceaniczna jest produktem bazyfikacji skorupy kontynentalnej. Przy takiej interpretacji odrzucana jest idea spredingu den oceanicznych. Koncepcję tę, z różnymi modyfikacjami, Bielousow rozwija do dziś, neguje ona jednak zbyt wiele faktów, aby być rozwojową. W programie stabilistycznym w latach sześćdziesiątych powstała też teoria dyferencjacji wgłębnej (undacyjna) Bemmelen (4, 5), uwzględniająca wyniki zarówno badań den oceanów, paleomagnetizmu oraz skorupy i górnego płaszczu Ziemi. W swej istocie koncepcja ta stoi na pograniczu programów mobilistycznego i stabilistycznego, ponieważ przyjmuje możliwość poziomych przemieszczeń kontynentów, które ześlizgiwać się mają grawitacyjnie ze zboczy wielkich kopulastych wypiętrzeń planety zwanych megaundacjami. W ten sposób Bemmelen nawiązuje do starej hipotezy du Toita, a jednocześnie oddaje pierwszeństwo pionowym ruchom materii we wnętrzu Ziemi.

Dzięki wspomnianym teoriom w ramach programu stabilizmu zostały rozwinięte koncepcje diapiryzmu orogenicznego, tektoniki grawitacyjnej na różnych poziomach skorupy i płaszczu Ziemi. Wyniki tych przemyśleń zostały częściowo zaadoptowane przez tektonikę płyt.

Ostatnią syntezą nowych danych geologicznych i geofizycznych w omawianym programie naukowym jest koncepcja globalnej tektoniki wertykalnej W. Krebsa (33, 34). Cechą charakterystyczną omawianego programu naukowego jest nieustanna, od końca lat pięćdziesiątych defensywa względem dopływających nowych faktów naukowych, wyraża się ona w formułowaniu licznych zastrzeżeń w stosunku do samej metodyki badań i otrzymanych wyników. Jednocześnie program stabilizmu ma znaczne sukcesy w interpretacji tektogenez prekambryjskich, które miały prawdopodobnie charakter ensialiczny wewnątrzpłytkowy (np. 41). W świetle nowych danych geologicznych i geofizycznych program ten ma charakter konserwatywny i nie rokuje szans rozwoju.

Program Ziemi rozszerzającej się, nie licząc pierwszych, jeszcze XIX-wiecznych idei, powstał w latach dwudziestych naszego wieku jako alternatywna w stosunku do mobilizmu propozycja wyjaśnienia tego samego zespołu faktów. Rozpad Pangei jest tu interpretowany jako wynik ekspansji wnętrza planety i stopniowego rozsuwania fragmentów pierwotnie ciągłej pokrywy sialicznej. Pierwszej rekonstrukcji położenia kontynentów na globie o mniejszych rozmiarach dokonał O. Hilgenberg (25), według którego średnica Ziemi zwiększyła się od permu 1,5 raza. Ten sam kierunek interpretacyjny był później kontynuowany przez L. Brösske (9), C.H. Barnetta (1, 2) i S.W. Careya (11, 12), dając coraz pełniejszy obraz Pangei na globie o mniejszej średnicy i eliminując konieczność istnienia przyjmowanego przez mobilistów panoceanu o ogromnych rozmiarach.

Od czasów pierwszej publikacji Hilgenberga program Ziemi ekspandującej rozwijał się w znacznym stopniu niezależnie w stosunku do programów Ziemi o niezmiennych wymiarach, chociaż niejednokrotnie przechwytywał od nich ukształtowane już idee i koncepcje. Ta niezależność ewolucji omawianego programu wynika przede wszystkim z odrębności uformowanego w jego ramach zakresu pojęć dostosowanych do nieaktualistycznych teorii, przyjmujących jednokierunkowy charakter ewolucji Ziemi i stałą zmienność tak podstawowych parametrów planety jak jej objętość, gęstość, wymiary, szybkość rotacji, objętość wód oceanicznych itp.

W toku ewolucji programu ekspansji ukształtowały się dwie grupy hipotez – jedna z nich, reprezentowana głównie przez astronomów i fizyków, poszukiwała przyczyn i dowodów na rozszerzanie się Ziemi w procesach zewnętrznych, kosmogonicznych. Za taką przyczynę uznano hipotetyczne zmniejszanie się stałej grawitacyjnej w ciągu ewolucji Wszechświata (30, 31, 32, 46) bądź też wzrost masy Ziemi poprzez stały dopływ pyłów i promieniowań kosmicznych. Koncepcje te przyjmowały stosunkowo niewielkie dochodzące do 5% zwiększenie promienia Ziemi od kambru. Druga grupa hipotez, opierająca się na wynikach badań paleogeograficznych (np. wzajemne powiązania kontynentów w ewolucji Ziemi, zmniejszanie się udziału powierzchniowego mórz epikontynentalnych – 22, 25–27) przyjmuje znaczne powiększenie wymiarów globu, równocześnie poszukuje wewnętrznych przyczyn ekspansji w dyferencjacji lub przejściach fazowych w obrębie planety. Pozycję pośrednią między nimi zajmują hipotezy pulsacyjne przyjmujące następstwo faz rozszerzania się i kurczenia Ziemi na tle generalnej ekspansji (Shneiderov 1944, 1961 vide 12, 38, 39). Ich zwolennicy dążą do wykazania następstwa czasowego okresów globalnej tensji i globalnej kompresji wiążąc je z przemianami wnętrza planety. Wyniki badań den oceanów, a zwłaszcza wyniki realizacji programu Glomar Challenger dały mocne podstawy obserwacyjne koncepcji znacznej ekspansji Ziemi (12, 24).

W ramach programu naukowego Ziemi rozszerzającej się znajdują swe logiczne wyjaśnienie takie fakty, jak: młodość den wszystkich oceanów, tensyjny charakter zarówno grzbietów oceanicznych jak i krawędzi oceanów, a także wewnętrznych partii płyt oceanicznych, związek kontynentów z górnym płaszczem do głębokości 700 km, paradoksalna z punktu widzenia tektoniki płyt pozycja Antarktydy i Afryki otoczonych ze wszystkich stron strefami spredingu przy braku stref subdukcji (brak kompensacji spredingu), podłużne rozciąganie grzbietów oceanicznych, a także tzw. paradoks Pacyfiku, który wydaje się ulegać ekstensji, a nie kontrakcji wynikającej z tektoniczno-płytkowego modelu ewolucji. Także tensyjny cha-

rakter Morza Śródziemnego przemawia na korzyść ekspansji, ponieważ jest trudny do interpretacji przy założeniu zbliżenia się do siebie Afryki i Europy wynikającego ze spreadingu południowego Atlantyku.

W programie ekspansji znakomicie mieszczą się także dane geologiczne z obszarów kontynentów, szczególnie dowody na bliskie pokrewieństwo paleogeograficzne i paleontologiczne Ameryki N i S z obszarem Tetydy i Chin, Indii i Azji, epikontynentalny charakter Tetydy, brak niepodważalnych osadów oceanicznych w paleozoiku i prekambrze. Zastosowane dla wyjaśnienia tektoniki prekambru koncepcje płam gorąca i pióropuszy płaszczu, a także teorie diapiryzmu orogenicznego i tektoniki pionowej programu stabilistycznego uzyskują w programie Ziemi ekspandującej pozycję zasadniczych hipotez tektonicznych. Wyniki badań paleomagnetycznych interpretowane na globie o zmieniających się wymiarach (12, 26, 27) potwierdzają zasadniczą ideę omawianego ciągu teorii. Program ekspansji może również elastycznie zaadoptować teorię dyferencjacji wgłębnej (undacji) Bemmelena, a szczególnie idee grawitacyjnego charakteru wszelkich procesów geotektonicznych. Procesy grawitacyjne na rozszerzającym się globie odpowiedzialne są za podnoszenie się diapirów płaszczu, za grawitacyjne spelzwanie mas skalnych ze zboczy obszarów wypiętrzanych, za tonięcie chłodniejszych lub gęstszych partii litosfery w strefach subdukcji, za lokalną konwekcję termiczną lub gęstościową – są jednym słowem głównym motorem procesów tektonicznych.

Innym źródłem tych procesów, w tym także kompresji tangencjalnej może być dostosowywanie się fragmentów starszej litosfery do nowej, mniejszej krzywizny globu ziemskiego. Długotrwałe kumulowanie się w litosferze naprężeń związanych z ekspansją wnętrza planety, a następnie nagła ich relaksacja mogą być odpowiedzialne za epizodyczny, fazowy charakter górotwórczości, tak trudny do wyjaśnienia w ramach innych programów naukowych. W ostatnich latach wyniki badań planet grupy ziemskiej Wenus, Marsa, Merkurego i Księżyca dostarczyły dodatkowych przesłanek na to, iż dominującym procesem kształtującym ich powierzchnię jest tensja (47).

Reasumując, program Ziemi rozszerzającej się w swej wersji znacznej ekspansji wyjaśnia jak dotychczas większość napływających obserwacji, pozwala na ich syntezyzowanie i usuwa szereg sprzeczności, które pojawiają się w konkurencyjnych programach naukowych. Jednocześnie program ten jest zdolny do zaadoptowania i wykorzystania wielu koncepcji i hipotez wypracowanych w programach mobilizmu i stabilizmu. Wydaje się on obecnie najbardziej perspektywicznym programem geotektonicznym. Powszechna jego akceptacja wymagać jednak będzie prawdziwej rewolucji pojęciowej, przełomu w sposobie myślenia geologów.

Na zakończenie należy wspomnieć o koncepcjach tektoniki rotacyjnej. Koncepcje te, istniejące już od XIX w. wiążą większość obserwowanych na Ziemi zjawisk tektonicznych z wpływem sił zewnętrznych wynikających z ruchu rotacyjnego planety oraz sił pływowych związanych z oddziaływaniem Księżyca, Słońca i planet. Obecne hipotezy rotacyjne, nie stwarzające własnego odrębnego modelu geotektonicznego, kładą nacisk na wpływ rotacji i pływów na przebieg procesów geodynamicznych. Między innymi rotacja jest przez nie uważana za czynnik decydujący o rozmieszczeniu komór konwekcyjnych w płaszczu, lokalizacji globalnych stref dyslokacyjnych, ruchu płyt litosfery, rozmieszczeniu pasm orogenicznych itp. (3, 8, 35). Hipotezy rotacyjne wykazują tym samym wpływ

na każdy z omówionych programów naukowych, nie tworząc jednak własnego programu.

LITERATURA³

1. Barnett C.H. – A suggested reconstruction of the land masses of the Earth as a complete crust. *Nature* 1962 no. 195.
2. Bennett C.H. – Oceanic rises in relation to the expanding Earth hypothesis. *Ibidem* 1969 no. 221.
3. Barchatow B.P., Maksimow A.G. – Skolżenije ziemnoj kory. *Wiestn. Leningr. Uniw.* 1979 no. 24.
4. Bemmelén R.W. – Kritik zur Plattentektonik. *Geol. an Mijnobouw.* 1975 no. 1–2.
5. Bemmelén R.W. – The present formulation of the undation Theory. *Z. geol. Wiss.* 1978 H. 5.
6. Bird P. – Continental delamination and the Colorado Plateau. *J. geophys. Res.* 1979 no. 84.
7. Bogolepov M. – Die Entstehung des Antlitzes der Erde. *Ziemlewiedienije*, III–IV, 1922.
8. Brause H. – Differentialmobilismus. *Zeitsch. geol. Wiss.* 1980 H. 4.
9. Brösske L. – Wächst die Erde mit Katastrophen? *Düsseldorf* 1962.
10. Brunn J.H. – Über die Entstehung gefalteter Ketten: Kollisionstektonik und induzierte Bogen. *Z. dt. geol. Ges.* 1976 B. 127 T. 2.
11. Carey S.W. – The tectonic approach to the origin of the Indian Ocean. 3-rd Pan Indian Ocean Sci. Congr. Madagascar 1959.
12. Carey S.W. – The expanding Earth. Elsevier 1976.
13. Celal Sengör A.M. – Eduard Seess'relations to the pre-1950 Schools of Thought in Global Tectonics. *Geol. Rdsch.* 1982, B. 71 H. 2.
14. Chain W.E. – Ot tiektoniki plit k boleje obszczej teorii globalnogo tiektoģenieza. *Geotektonika* 1978 no. 3.
15. Chain W.E. – Tiektonika plit i puti dalniejszego razwitija teorii globalnogo tiektoģenieza. *Wstn. Mosk. Uniw.* 1979 no. 4.
16. Cwojdziański S. – Dokąd zmierza teoria tektonogeny globalnej? (Koncepcje geotektoniczne a współczesna filozofia rozwoju nauki). *Kwart. Geol.* 1980 nr 4.
17. Cwojdziański S. – Tektonika płyt w obliczu nowych faktów geologicznych i geofizycznych (Tektonika globalna w początku lat osiemdziesiątych). *Ibidem* 1983 nr 2.
18. Czudinow J.W. – Razszirienije Ziemli kak al'tiernatiwa nowoj globalnoj tiektoniki. *Geotektonika* 1976 no. 4.
19. Czudinow J.W. – Razszirienije Ziemli i tiektoniczeskije dwizenija: o naprawlenij dwizenji w okrainno-okieaniczeskich zonach. *Geotektonika* 1981 no. 1.
20. Dennis J.G. – Ortodoxy and Creativity in Theories of Mountain Building before 1922. *Geol. Rdsch.* 1982 B. 71 H. 2.
21. Dewey J.F. – Plate tectonics and evolution of the British Isles. *J. Geol. Soc.* 1982 v. 139 p. 4.
22. Eged L. – A new dynamic conception of the

³ W spisie literatury pominięto prace klasyczne, które znaleźć można w: W.E. Chain – *Geotektonika Ogólna*, Wyd. Geol. 1974 oraz podstawowe prace dotyczące tektoniki płyt wymienione w: W. Pożaryski – *Prz. Geol.* 1971 nr 8–9 i 10, W. Pożaryski, W. Brochwicz – *Prz. Geol.* 1974 nr 10; R. Dadlez – *Prz. Geol.* 1976 nr 10 i 11.

- internal constitution of the Earth. *Geol. Rdsch.* 1957 B. 46 H. 1.
23. Haller J. – Heretical views on mountain building in Europe and North America: Harbingers of modern tectonics. *Ibidem* 1982 B. 71 H. 2.
 24. Heezen B. – The deep-sea floor. [In:] *Continental Drift*. Red. S.K. Runcorn. Academic Press London 1962.
 25. Hilgenberg O. – Vom wachsenden Erdball. Berlin 1933.
 26. Hilgenberg O. – Paläopollagen der Erde. *Neus. Jb. Geol. und Paläont. Abh.* 1962 no. 116.
 27. Hilgenberg O. – Der Einfluss des Masses der Erdexpansion auf die Vergerzung der Erdkruste und die Lage der Erdpole, *Neues J. Geol. Paläont.* 1969 Monatsh. no. 3.
 28. Hixon H. – Is the earth expanding or contracting? *Popular Astronomy*. 1920 no. 5.
 29. Hörz H. – Alfred Wegener als Wissenschaftler seiner Zeit- Erkenntnistheoretische Überlegungen. *Z. Geol. Wiss.* 1982 H. 3.
 30. Iwanienko D.D., Sagitow M.U. – O gipoziezie razsirazjuszczajsia Ziemli. *Westn. Mosk. Uniw.* 1961 no. 6.
 31. Jordan P. – *Schwerkraft und Welttall*. Braunschweig 1952.
 32. Jordan P. – *The expanding Earth*. Pergamon Oxford 1966.
 33. Krebs W. – Formation of southwest Pacific island-arc trench and mountain system: plate or global-vertical tectonics. *Am. Assoc. Petr. Geol.* 1975. no. 9.
 34. Krebs W., Wachendorf H. – Faltungskerne im mitteleuropäische Grundgebirge-Abbilder eines orogenen Diapirismus. *Neuss Jb. Geol. Paläont. Abh.* 1974, 147.
 35. Kubiny D. – Über planetare Tektonik. *Z. geol. Wiss.* 1980 H. 7.
 36. Lakatos I. – Falsification and Methodology of Scientific Research Programmes. [In:] *Criticism and the Growth of Knowledge*. Ed. I. Lakatos, A. Musgrave, Cambridge 1970.
 37. Lindemann B. – *Kettengebirge, kontinentale Zerspaltung und Erdexpansion*. Jena 1927.
 38. Miłanowski E.E. – Niekatoryje zakonomier-nosti tiektoniczeskogo razwitija i wulkanizma Ziemli w fanerozoje (problemy pulsacji i razsirazienja Ziemli). *Geotektonika* 1978 no. 6.
 39. Miłanowski E.E. – Razwitije i sowriemiennoje sostojanije problem razsirazienija i pulsacji Ziemli. *Izw. Wyższ. Uczeb. Zaw. Geologia i Razwiedka* 1982 no. 7.
 40. Motycka A. – Jak wedle Imre Lakatosa nauka wzrastać powinna. [W:] *Relacje między teoriami a rozwój nauk*. Pod red. W. Krajewski, E. Pietruska-Madej, J. Żytkow. Wrocław 1978.
 41. Nairn A.E. – Germanotype Tektonik und die Plattentektonik Hypoteze. *Geol. Rdsch.* 1975, B. 64, H. 3.
 42. Olszak G. – Von der Kontinentaldrift zur Plattentektonik. *Z. geol. Wiss.* 1982 H. 3.
 43. Oxburgh E.R. – Flake tectonics and continental collision. *Nature* 1972, no. 239.
 44. Sengor A.M.C. – Collision of irregular continental margins: implications for foreland deformation of Alpine-type orogens. *Geology*, 1976, no. 12.
 45. Wagenbreth O. – Die Wurzeln mobilistischer Vorstellungen in der älteren Geschichte der tekto-

nischen Forschung. *Z. geol. Wiss.* 1982 H. 3.

46. Wilson J.T. – Some consequences of expansion of the Earth. *Nature* 1960 no. 185.
47. Wood C.A., Gead J.W. – Rift valleys on Earth, Mars and Venus. [W:] *Tectonics and Geophys. Continental Rifts*. V. 2. Dordrecht.

SUMMARY

The developments in geotectonics in the XIX and this century well illustrate the Imre Lakatos (36, 40) methodological concept of so-called scientific research programmes in operation. The analysis of research programmes of the geotectonics makes it possible to formulate some prognoses of further developments in global tectonics. All the hitherto proposed geotectonic theories fall within frames of four models of the Earth as a planet, i.e.: shrinking Earth, the Earth with dimensions constant throughout its geological evolution, expanding Earth and that of pulsating Earth. Each of these models forms a core of a separate scientific programme, the history of which is shown in Fig. 1. In the last two or three decades, i.e. after abandonment of the contracting Earth programme and crisis in that of pulsating Earth, we may speak about continuation and developments in two programmes only. Within the frame of the programme of the Earth with constant dimensions there appeared two series of theories: a mobilistic one, assuming horizontal movements of major geostructures, and a stabilistic one, assuming permanent nature of the geostructures. The expanding Earth programme was developing independently of the former (one could even say that out of the way of the main stream of recent geotectonics), giving rise to its own series of theories.

Figure 2 shows schematically evolution of the above mentioned three major modern series of geotectonic theories as a response to new findings and discoveries and their interrelations and mutual influences.

Within the frame of the mobilistic series there successively originated concepts of continental drift, convection hypotheses and, in connection with supply of new data on oceanic areas – hypotheses of sea-floor spreading and plate tectonics theory, which became the predominating geotectonic idea in the middle seventies. Within the frame of the plate tectonics, there were worked out concepts of plate tectogenesis and (for explanation of interplate phenomena) those of hot spots and mantle plumes. Attempts to adjust the plate tectonics theory to results of further studies resulted in origin of a number of its modifications such as the concepts of oblique collision, thin-skin tectonics, soft-plate tectonics, microplate tectonics, hypothesis of induced arcs and lithosphere delamination, etc. Despite of steadily increasing number of its modifications, the plate tectonics theory is facing steadily increasing difficulties in explanation of data gathered in the course of further studies and there are growing sings of crisis in the scientific programme of mobilism which is based on the Earth model assuming dimensions constant throughout the geological history.

As it was mentioned above, the stabilistic programme has been developing independently of the mobilistic. Within its frame there have been worked out theories of vertical tectonics, explaining tectogenic phenomena in terms of vertical displacements of masses in the Earth crust and mantle and secondary character of gravity deformations (oscillatory, undational, radiomigration, astenolith and other theories). The Byeloussov oceanization and van Bemmelen internal differentiation theories may

be treated as a reaction to the supply of new data on geological structure of oceanic floor, paleomagnetic data, etc. Despite of some unquestionable achievements (for example, working out of the idea of orogenic diapirism and gravity tectonics), the stabilistic programme appears conservative in character and without much chances for further development.

The scientific programme assuming expansion of the Earth originated in the 1920's as an alternative explanation of the same set of data as in the case of the mobilistic programme. Two groups of hypotheses originated in the course of its evolution: that of limited expansion and another, assuming large expansion. The former looks for explanations and evidence for expansion of the Earth in extraterrestrial, cosmic processes (30–32, 46), showing small (up to 5%) increase in the Earth radius from the Cambrian till the present.

The second group of hypotheses assumes large expansion of the Earth due to intraplanetary phase processes (22, 25–27, 11, 12, 18, 19, and others). The results of geological and geophysical studies from the last years give a firm data base for these hypotheses. Within the frame of that programme it is very easy to explain such facts as sea-floor spreading, relative youth of oceans, connections of structure of continents and basement in the Earth mantle down to 700 km depth, lack of compensation of spreading around Antarctica and Africa, tensional nature of frame of the Pacific, elongation of mid-oceanic ridges, evident paleogeographic and paleobiogeographic connections of America and areas of the Tethys, China and Asiatic continent, the lack of undisputable oceanic sediments in the Paleozoic and Precambrian, and many, many others. Orogenic processes are explained in this programme with reference to ideas worked out in other ones, using some concepts of vertical tectonics, geoundations, hot spots, etc. The expanding Earth programme may be nowadays treated as an example of a progressive, dynamic programme in the Lakatos scheme. However, its wide acceptance would require a real revolution of concepts and a break-through in the mode of thinking of geologists.

РЕЗЮМЕ

Развитие геотектоники, начиная с XIX века, является хорошим отражением деятельности научно-исследовательских программ методологической концепции Имре Лакатоса (36, 40). Анализ существующих в геотектонике исследовательских программ делает возможным определение прогнозов в области направлений дальнейшего развития общей тектоники. Все разработанные до сих пор геотектонические теории помещаются в рамках 4 моделей Земли как планеты, а именно: сжимающейся Земли, Земли с постоянными размерами в ходе геологической эволюции, расширяющейся (экспандующей) Земли, а также пульсирующей Земли. Каждая из этих моделей составляет собой ствол отдельной научной программы; их история представлена на рис. 1. За последние 20–30 лет, после оставления программ контракции и кризисе пульсирующей Земли, продолжается дальнейшая разработка только двух исследовательских программ. В рамках программы Земли с постоянными размерами развиваются два типа теории: тип мобилистический, принимающий горизонтальное движение главных геострук-

тур и тип стабилистический, принимающий их перманентность. Программа расширяющейся Земли развивается отдельно, как бы в стороне главного хода современной геотектоники, образуя собственный тип теорий.

На рис. 2 схематически представлена эволюция трёх главных современных типов геотектонических теорий, вызванная получением новых научных данных, а также их взаимодействие и соотношения.

В рамках мобилистического типа очередно возникли концепции дрейфа континентов, конвекционные гипотезы, а потом — вследствие притока материалов из исследования океанов — гипотез разрастания дон океанов и теория тектоники плит, которая в половине семидесятых годов стала господствующей геотектонической концепцией. В рамках тектоники плит развивается концепция плитового тектогенеза, а для объяснения внутриплитовых явлений — концепции плюмажа покрова и пятн жары. Для приспособления теории тектоники плит к результатам новых наблюдений был образован ряд её модификаций, таких как концепция диагональных столкновений, чешуйчатая тектоника, тектоника мягких плит, тектоника малых плит, гипотез индуктированных дуг, деляминации литосферы и др.

Мимо всё увеличивающегося количества модификации, всё труднее выяснить новые данные по тектонике плит. Увеличивается кризис научной мобилистической программы на модели Земли с постоянными размерами в ходе геологической эволюции.

Параллельно с мобилистической программой развивается стабилистическая программа. В её рамках образовался тип теорий вертикальной тектоники которые выясняют тектонические явления вертикальными перемещениями масс в земной коре и покрове, а также вторичным явлением гравитационных деформации (теории: осцилляционная, ундационная, радиомиграционная, астенолитовая и др.). На основании новых данных по геологическому строению океанов и результатов палеомагнитных исследований образовались теории: океанизации Белоусова и глубинной дифференциации Бемелена. Мимо очевидных достижений, таких как разработка идеи орогенического диапиризма и гравитационной тектоники, стабилистическая программа является консервативной и не имеет шанс развития.

Научная программа расширяющейся Земли образовалась в двадцатых годах нашего века как альтернативная к мобилизму возможность выяснения тех же фактов. В ходе эволюции этой программы образовались две группы гипотез: ограниченной экспансии и значительной экспансии. Первая гипотеза ищет причин и доказательств расширения Земли во внешних космических процессах (30, 31, 32, 46), показывая небольшое — до 5% увеличение радиуса Земли от кембрия.

Вторая группа гипотез принимает значительное расширение земного шара в результате внутрипланетарных фазовых процессов (22, 25–27, 11, 12, 18, 19 и др.). Результаты геологических и геофизических исследований, проведенных за последние годы, дают сильное основание программе значительной экспансии Земли. В рамках этой программы можно убедительно интерпретировать такие явления, как: спредингдон океанов, относительная молодость океанов, связь структур континентов с основанием в покрове Земли до глубины 700 км, отсутствие компенсации спрединга вокруг Антарктиды и Африки, тензионный характер рам Тихого Океана, продольное простирание океанических хреб-