

PALEOZOICZNO-MEZOZOICZNY DRYFT AUSTRALII

UKD 551.85:551.41(94):551.75:550.838.5+550.88

Dotychczasowe poglądy na jedność kontynentu Gondwany zakładały istnienie tego prakontynentu już w późnym prekambryżu lub w dolnym paleozoiku. Jednak niektóre fakty świadczą o tym, że mogło być inaczej. Opierając się na analizie wyników badań paleomagnetycznych i analizie fauny trylobitowej kambru (14) można przypuszczać, że kontynenty półkuli południowej nie tworzyły w tym czasie jednego bloku kontynentalnego.

Według danych paleomagnetycznych dla okresu kambryjskiego, pozycja Ameryki Południowej (4) nie odpowiada pozycji Australii (13). Fauna kambryjska Ameryki Południowej należy do innej prowincji faunistycznej niż Australii (2) i nie obserwuje się zjawiska mieszania fauny, co w przypadku istnienia łączności między tymi dwoma kontynentami powinno zachodzić.

Rekonstrukcje paleomagnetyczne (13, 4, 16, 14), a także przesłanki natury paleobiogeograficznej (2) i paleoklimatycznej (10) pozwalają wnioskować, że z początkiem ery paleozoicznej kontynenty półkuli południowej były zgrupowane w dwa bloki. Jeden blok stanowiła Australia z Antarktydą i Dekanem tworząc Gondwanę Wschodnią, drugi, obejmujący Afrykę i Amerykę Południową, to Gondwana Zachodnia (ryc. 1). Jest to punkt wyjścia do dalszych rozważań nad dryftem kontynentu australijskiego.

wella, L. A. Frakesa (5) i innych autorów, wyróżniono w dryfcie Australii w paleozoiku i mezozoiku trzy etapy różnej intensywności ruchów:

etap I — przesuwanie się kontynentu w stronę bieguna południowego i przypadająca w tym czasie epoka lodowcowa na kontynentach półkuli południowej,

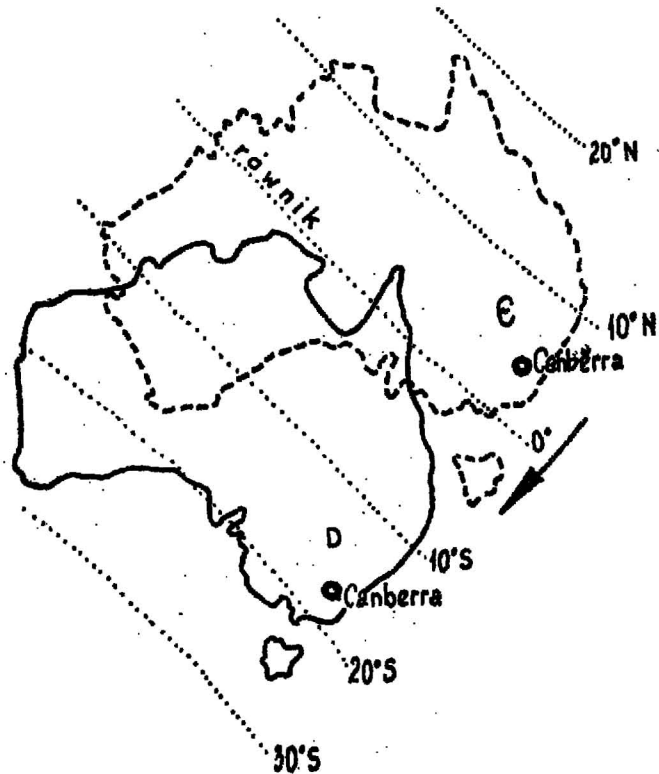
etap II — stabilizacja kontynentu w okolicach bieguna południowego i przypadająca w tym czasie epoka lodowcowa na kontynentach półkuli południowej,

etap III — przesuwanie się Australii w stronę równika i oddzielenie się tego kontynentu od pozostałej części Gondwany.

Etap I można podzielić na dwa podetapy. Pierwszy obejmuje okresy od kambru do dewonu i charakteryzuje się powolnym dryftem. W drugim, przypadającym na okres karboński dryft był znacznie szybszy. W dolnym paleozoiku kontynent australijski wraz z Antarktydą i Dekanem przesuwał się w kierunku bieguna południowego. Od kambru do dewonu przed-

ETAPY RUCHÓW

Na podstawie wyżej cytowanych prac, jak i prac: C. Teichert (17), D. A. Browna i in. (1), J. C. Cro-



Ryc. 1. Położenie kontynentów półkuli południowej w okresie kambryjskim. Strzałka wskazuje kierunek dryftu.

Ryc. 2. Zmiana położenia kontynentu australijskiego od kambru do dewonu. Strzałka wskazuje kierunek dryftu. Paleorównoleżniki na podstawie E. Irwinga (13).

Fig. 1. Location of continents of the southern hemisphere in the Cambrian times. Arrowhead indicates direction of drift.

Fig. 2. Changes in position of Australia from the Cambrian till Devonian. Arrowhead indicates direction of drift. Paleolatitude after E. Irwing (13).

kość dryftu była niewielka i wynosiła około 1 cm/rok. Australia znajdowała się cały czas w strefie zwrotnikowej, przeszła jedynie z jednej strony równika na drugą (ryc. 2). O takiej pozycji kontynentu świadczą między innymi grube pstry osady z prze-warstwieniami dolomitów środkowego kambru w geosynklinie Adelaide oraz pseudomorfozy po halicie i gipsie znane z osadów środkowego kambru zapadli-ska Amadeus (1).

Na przełomie syluru i dewonu lub w dewonie mu-siało dojść do połączenia się obu bloków konty-nentalnych Gondwany Wschodniej i Gondwany Zachod-niej w jeden — odpowiadający Gondwanie w ogólnym rozumieniu (ryc. 3). Dopiero w karbonie trasy wędrówki bieguna południowego wszystkich konty-nentów półkuli południowej pokrywają się ze sobą, natomiast w starszym paleozoiku między trasami wę-drówek biegunów istnieje duża rozbieżność (16). O braku wcześniejszej łączności między Gondwaną Wschodnią i Gondwaną Zachodnią może również świadczyć fakt, że w Ghanie i w Togo w utworach kambru występują tyllity (9). Gdyby łączność ta ist-niała, w osadach kambru Australii nie spotykano by fauny ciepłolubnej lub osadów świadczących o kli-macie zwrotnikowym. Prócz tego dopiero orogeny ka-ledońskie i hercyńskie w Australii, Antarktydzie i Afryce są do siebie podobne, czego nie można z całą pewnością powiedzieć o strukturach starszych (8). Natomiast stare prekambryjskie formacje Antarkty-dy, Australii i Dekanu odpowiadają sobie bardzo do-brze (3).

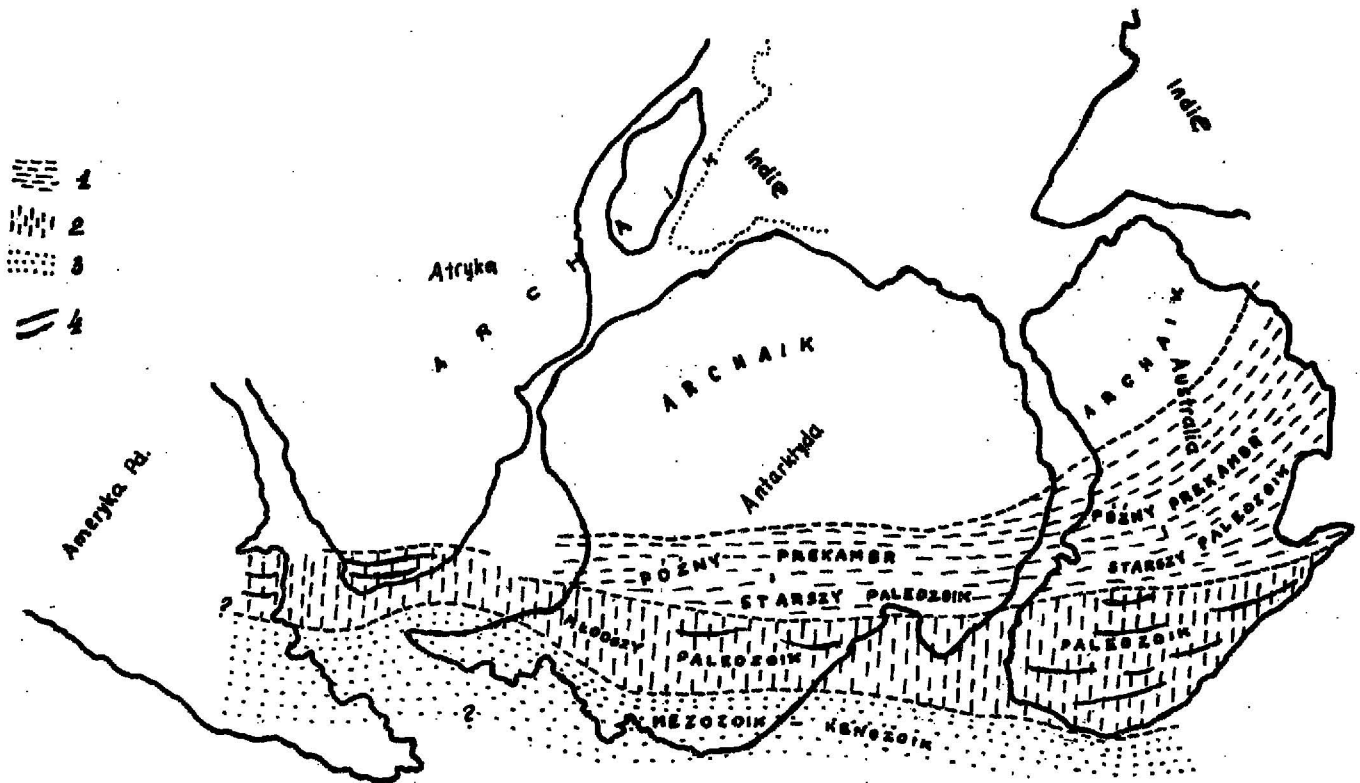
Orogeny hercyńskie i częściowo kaledońskie pra-kontynentu Gondwany zajmowały jego strefę brzeżną, zewnętrzną i tworzyły formy łukowe. Charakterem fałdowań i zjawiskami wulkanicznymi przypominają one podobne zjawiska i struktury występujące obec-

nie na wybrzeżach Oceanu Spokojnego w strefach subdukcji. Już w dewonie we wschodniej części Au-stralii można zauważyć istnienie dwóch prowincji wulkanicznych (11): wewnętrzną, z lawami riodacyto-wo-riolitowo-bazaltowymi i zewnętrzną, z lawami an-dezytowych.

Karbon jest okresem przełomowym w dryfcie Gon-dwany jako całości, ruchy stają się bardzo intensyw-ne. Cały prakontynent ulega wielkim przemieszcze-niom, wraz z nim Australia bardzo szybko przesuwa się w kierunku południowym. Pod koniec karbonu kontynent australijski przybliża się już do bieguna południowego (ryc. 4). Tasmania znajdowała się w tym czasie na 80° szer. geogr. pd. Szybkość dryftu była w karbonie dużo większa niż we wcześniej-szych okresach i wynosiła ok. 10 cm/rok. Tak szybki ruch Australii wraz z całą Gondwaną należy chyba wiązać z ogólną mobilizacją tektoniczną skorupy ziem-skiej w czasie orogenezy hercyńskiej.

Etap II był okresem stabilizacji kontynentu au-stralijskiego w pobliżu bieguna południowego. Rozpo-czyną się on w górnym karbonie i trwa nieprzerwa-nie do końca ery paleozoicznej. W tym też czasie do-chodzi do rozległego zlodowacenia o charakterze konty-nentalnym, którego ślady spotykamy na wszyst-kich kontynentach półkuli południowej. Maksimum rozwoju pokrywy lodowej na kontynencie australijs-kim przypada na dolny perm. W tym czasie około 3/4 powierzchni tego kontynentu było zajęte lądolo-dem (ryc. 5). W wyższej części permu pokrywa lodo-wa zanikła, aczkolwiek Australia znajdowała się w dalszym ciągu w okolicach bieguna (5).

Szybki dryft Australii w kierunku bieguna połud-niowego nie pozostał bez wpływu na wielkie defor-macje skorupy ziemskiej w obrębie Gondwany. W permie układ Dekanu, Antarktydy i Australii był



Ryc. 3. Położenie kontynentów półkuli południowej w młodszym paleozoiku, gdy stanowiły one jeden blok kontynentalny.

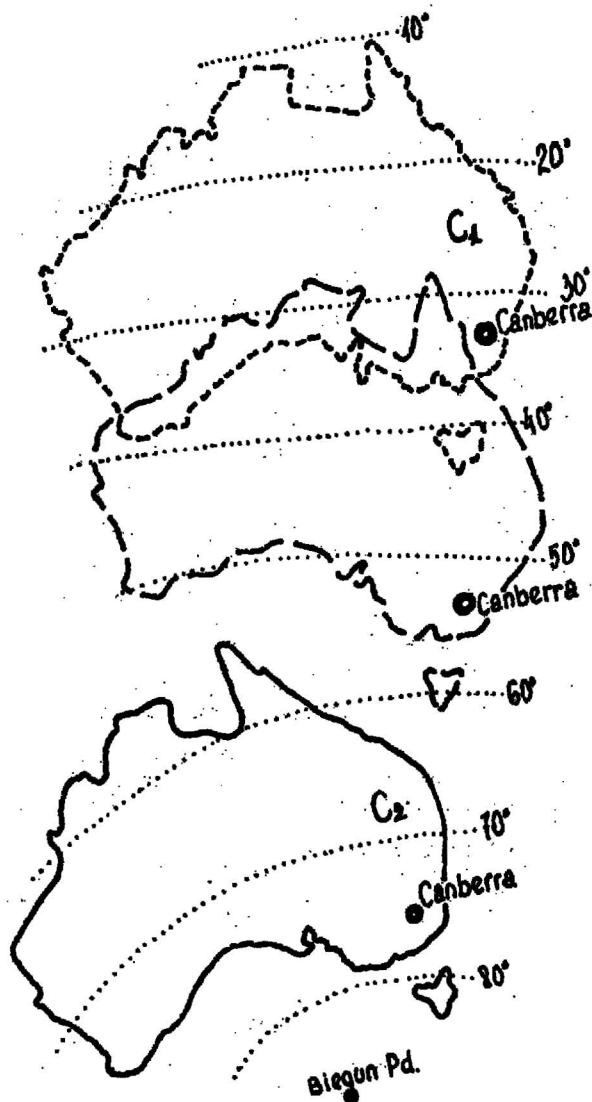
1 — struktury fałdowe późnego prekambru i starszego paleozoiku, 2 — struktury fałdowe młodszego paleozoiku, 3 — struktury fałdowe mezocenozoiczne, 4 — przebieg pasm fałdowych. Kropkowany zarys Dekanu wskazuje jego położenie w starszym paleozoiku.

Fig. 3. Location of continents of the southern hemisphere in the Late Paleozoic when they were forming a single continental block.

1 — Late Precambrian and Early Paleozoic fold structures, 2 — Late Paleozoic fold structures, 3 — Mesozoic fold structures, 4 — course of orogenic belts. Dotted outline of Deccan peninsula marks its position from the older Paleozoic times.

prawdopodobnie inny niż w dolnym paleozoiku. Dekan, który pierwotnie znajdował się w sąsiedztwie Antarktydy (3), zajął położenie wzdłuż obecnych północno-zachodnich wybrzeży Australii. Został on prawdopodobnie przemieszczony tam wzdłuż wielkiego rozłamu biegnącego równoległe do wybrzeży Antarktydy i Australii (ryc. 6). O takim wzajemnym położeniu Dekanu i Australii w permie może świadczyć zbieżność w wykształceniu i miąższości osadów z tego okresu w północno-zachodniej części Australii i południowo-wschodniej części Dekanu (12). Istnienie rozłamu, wzdłuż którego mógł przesunąć się Dekan jest bardzo prawdopodobne, zwłaszcza że podobnie wielki rozłam ogranicza Australię od południa (8). Te wielkie rozłamy skorupy ziemskiej mogły być początkiem rozpadu Gondwany.

We wschodniej części kontynentu australijskiego ruchy tektoniczne orogenezy hercyńskiej objęły większą część Wielkich Gór Wododziałowych. Z ruchami tymi był związany wulkanizm zarówno bazaltowy, jak i andezytowy oraz liczne intruzje. Jest to kontynuacja tych samych zjawisk, które zachodziły w strefie brzeżnej Gondwany już w dewonie. Okres stabilności kontynentu australijskiego nie trwał dłu-



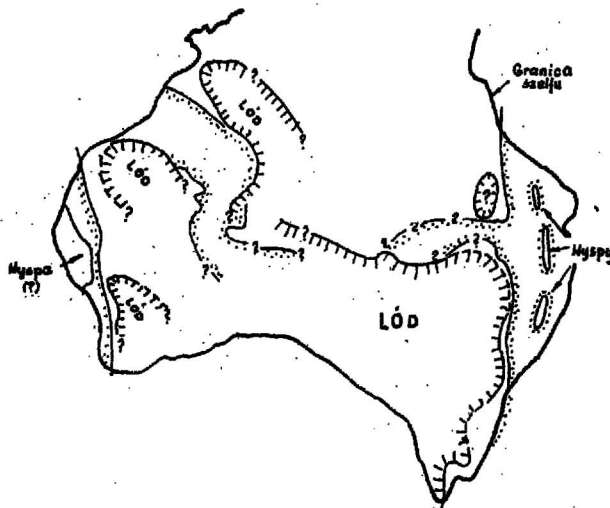
Ryc. 4. Zmiana położenia kontynentu australijskiego w karbonie. Paleorównoleżniki na podstawie E. Irwinga (13).

Fig. 4. Changes in position of Australia during the Carboniferous. Paleolatitude after E. Irwing (13).

go, zaledwie około 60—70 mln lat. Wydaje się, że najmłodsza faza orogenezy hercyńskiej kończy ten etap.

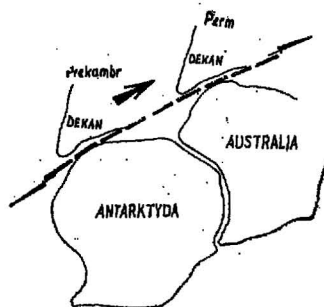
Etap III. Niektóre fakty paleobiogeograficzne, jak również paleomagnetyczne świadczą o tym, że prawdopodobnie już w triasie mogło dojść do powtórne-go oddzielenia się Gondwany Wschodniej od Gondwany Zachodniej. Położenie bieguna południowego w triasie dla Australii (13) i Ameryki Południowej (18) jest różne.

Mimo że w rekonstrukcjach E. Irwinga (13) kontynent australijski leży w triasie w dalszym ciągu w pobliżu bieguna południowego, to jednak ani fauna, ani charakter osadów nie wskazują, żeby tak było. Biorąc ten fakt pod uwagę, jak również niezgodność położenia bieguna południowego dla kontynentów Gondwany Wschodniej i Gondwany Zachodniej mo-



Ryc. 5. Paleogeografia Australii w permie dolnym (sakmar). Osady morskie tworzyły się na obszarach zakropkowanych (wg J. C. Crowella, L. A. Frakesa — 5).

Fig. 5. Paleogeography of Australia in the Lower Permian (Sakmarian) times. Dotted area — marine deposition (after J. C. Crowell and L. A. Frakes; 5).



Ryc. 6. Przesunięcie Dekanu wzdłuż uskoku równoległego do wybrzeży Antarktydy i Australii (objaśnienia w tekście).

Fig. 6. Shift of Deccan peninsula along fault parallel to coasts of Antarctica and Australia (explanations in the text).

zna przypuszczać, że Australia wraz z Antarktydą i Dekanem oddzieliły się od Afryki i Ameryki Południowej i zaczęły przesuwać się w stronę równika. Tak więc doszło prawdopodobnie do powtórzenia się sytuacji z dolnego paleozoiku — zamiast jednego kontynentu Gondwany istniały znów dwa bloki — Gondwana Zachodnia i Wschodnia.

Szybkość dryftu Gondwany Wschodniej była początkowo niewielka i stała. Mimo dość powolnego dryftu zarówno Gondwany Wschodniej jak i Zachodniej, pod koniec jury doszło jednak do wielkiej aktywizacji tektonicznej skorupy ziemskiej. Oba bloki kontynentalne zaczęły się rozpadać na mniejsze elementy. Ten okres aktywizacji tektonicznej można wiązać przypuszczalnie z młodokimeryjską fazą orogeniczną.

Okolo 140 mln lat temu od Australii oddzielił się Dekan i zaczął przesuwać się w kierunku północnym. Płyta indyjska przemieszczała się na północ z szybkością średnią ok. 5 cm/rok. Antarktyda była w tym czasie w dalszym ciągu połączona z kontynentem australijskim. Blok Antarktydy i Australii był ostatnim blokiem, który zaczął się rozpadać, istniał bowiem aż do eocenu. Dopiero około 45 mln lat temu (15) nastąpiło oddzielenie się Australii od Antarktydy. Australia zaczęła przesuwać się w stronę równika z szybkością nie przekraczającą 6 cm/rok.

AKTYWIZACJA RUCHÓW A FAZY OROGENICZNE

W dryfcie kontynentu australijskiego, jak również innych kontynentów na kuli ziemskiej można wyróżnić pewne okresy aktywności, w których dryft odbywał się z większą szybkością niż przeciętnie. Pierwszy okres aktywizacji ruchów nastąpił w okresie karbońskim, tj. ok. 320—340 mln lat temu. Łatwo tu zauważyć zbieżność w czasie z głównymi fazami orogenezy hercyńskiej. W tym okresie wszystkie kontynenty wchodzące w skład Gondwany poruszały się z dużą prędkością. Dotyczy to zresztą także bloków kontynentalnych półkuli północnej (10). Jest to właściwie jedyny okres, w którym nastąpiła aktywizacja ruchów wszystkich kontynentów. W wypadku kontynentów półkuli południowej szybszy, niż przeciętnie, dryft mógł być spowodowany ich połączeniem. Dzięki tak dużej masie mogły one znacznie szybciej przemieszczać się niż pojedyncze kry kontynentalne.

Okresowi o dużej szybkości dryftu można przeciwstawić etap wcześniejszy, w którym dryft był znacznie wolniejszy, a w czasie którego doszło do połączenia się Gondwany Wschodniej i Zachodniej. Jednocześnie można mu przeciwstawić etap późniejszy, w którym dryft był wolniejszy i mogło ponownie dojść do podziału Gondwany na części: wschodnią i zachodnią.

Drugi etap aktywizacji ruchów można powiązać z niektórymi fazami orogenezy alpejskiej. Ruch ten nie jest jednak tak szybki jak w karbonie i wiąże się jednocześnie z rozpadem na mniejsze bloki kontynentalne. Pierwsza wyraźna zmiana szybkości dryftu kontynentów półkuli południowej następuje na przekomie jury i kredy — można ją więc łączyć z fazą młodokimeryjską. Druga przypada na dolny trzeciorzęd i można ją wiązać z fazą laramijską.

Badania szybkości dryftu kontynentów półkuli południowej w różnych okresach geologicznych wskazują, że była ona największa w okresie, gdy kontynenty były ze sobą połączone i stanowiły jeden blok. W etapie drugim nie doszło do tak szybkich ruchów, ponieważ, oprócz dryftu, Gondwana ulegała rozpadowi na mniejsze bloki i to mogło spowodować mniejszą szybkość dryftu. Także wieloetapowość rozpadu Gondwany mogła wpływać na zmniejszenie tego ruchu.

Na marginesie tych rozważań należy stwierdzić, że historia dryftu Australii wiąże się z historią Oceanu Indyjskiego. Rozpad Gondwany trudno jednak powiązać z anomaliami magnetycznymi występującymi na dnie tego oceanu. Dotyczy to nie tylko przedstawionej powyżej koncepcji rozpadu Gondwany, ale także i innych (7). Najstarsza anomalia magnetyczna przypada na wiek 75 mln lat temu (15). Wydaje się,

że rozpad wschodniej części Gondwany był znacznie bardziej skomplikowany niż rozpad Gondwany Zachodniej i starsze anomalie magnetyczne mogły ulec zatarciu wskutek późniejszych ruchów kontynentów. Pani doc. dr hab. Ewie Stupnickiej serdecznie dziękuję za dyskusję i krytyczne uwagi.

LITERATURA

1. Brown D. A. i in. — The Geological Evolution of Australia and New Zealand. Pergamon Press, Oxford-London, 1968.
2. Cowie J. W. — Lower Cambrian faunal provinces. [In:] Faunal Provinces in Space and Time. Liverpool, 1971.
3. Crawford A. R. — Indo-Antarctica, Gondwanaland, and the distortion of a granulite belt. Tectonophysics, vol. 22, 1974, no. 1—2.
4. Creer M. K. — Palaeomagnetic data from the Gondwanic continents. Philosoph. trans. of the Royal Soc. of London, Ser. A, Math. Phys. Sci. vol. 258, 1965, no. 1088.
5. Crowell J. C., Frakes L. A. — Late Paleozoic Glaciation of Australia. J. of the Geol. Soc. of Australia, vol. 17, 1971, no. 2.
6. Daily B. i in. — Large-scale horizontal displacement within Australo-Antarctican in the Ordovician. Nature Phys. Sci., vol. 224, 1973, no. 134.
7. Dietz R. S., Holden J. C. — The breakup of Pangea. [In:] Continents adrift W. H. Freeman & Co. San Francisco, 1972.
8. Engel A. E. J. i in. — Crustal evolution and global tectonics: a petrogenic view. Geol. Soc. of Amer. Bull., vol. 85, 1974, no. 6.
9. Gaisie J. S., Winter J. — Tillite in the Togo formation and Ghana. Geol. Mag., vol. 111, 1974, no. 3.
10. Hamilton W. — The Uralides and the motion of the Russian and Siberian Platform. Geol. Soc. of Amer. Bull., vol. 81, 1970, no. 9.
11. Hills E. S. — Cauldron subsidences, granitic rocks, and crustal fracturing in SE Australia. Geol. Rundsch., vol. 47, 1959.
12. Holmes A. — Principles of physical geology. Nouvelle edition Th. Nelson, Londres et Edinburgh, 1965.
13. Irving E. — Paleomagnetism. Wiley, New York, 1964.
14. Jell P. A. — Faunal provinces and possible planetary reconstruction of the Middle Cambrian. J. of Geol., vol. 82, 1974.
15. Kenzie D. P., Sclater J. G. — Entwicklungsgeschichte des Indisches Ozeans. Umschau, vol. 73, 1973, nr 24.
16. McEhinny-M. W., Embleton B. J. J. — Australian paleomagnetism and the Phanerozoic plate tectonics of Eastern Gondwanaland. Tectonophysics, vol. 22, 1974, no. 1.
17. Teichert C. — Australia and Gondwanaland. Comis. para la correl. del sistema Karroo, Mexico, 1958.
18. Valencio D. — Estudio Paleomagnético de algunas formaciones Triásicas Argentinas. UNESCO-IUGS-Symposium on Contin. Drift, Montevideo, 1967.
19. Volkheimer W. — Paleoclimatic evolution in Argentina and relations with other regions of Gondwana. [In:] Gondwana stratigraphy. UNESCO-IUGS Symposium, Buenos Aires, 1967.

SUMMARY

The problem of drift of Australia is discussed on the basis of recent papers. Up to the present it was assumed that Gondwana protocontinent existed already in the Late Precambrian or early Paleozoic times. However, there is growing evidence which speaks against that hypothesis. Taking into account paleomagnetic data and results of analyses of Cambrian trilobite faunas (P. A. Jell, 1974) it may be assumed that the continents of the southern hemisphere were not

united into a single block in these times. According to paleomagnetic data for the Cambrian the position of South America (M. K. Creer, 1965) does not correspond to that of Australia (E. Irving, 1964). Cambrian fauna of South America belonged to different faunal province than that of Australia (J. W. Cowie, 1971) and mixing of these faunas, which should have taken place if there was a connection between these continents, is not found.

Paleomagnetic reconstructions (E. Irving, 1964; M. K. Creer, 1965; M. W. Mc Elhinny, B. J. J. Embleton, 1974, P. A. Jell) as well as some paleobiogeographic (J. W. Cowie, 1971) and paleoclimatic (W. Volkheimer, 1967) data make it possible to assume that continents of the southern hemisphere were grouped in two continental blocks at the beginning of the Paleozoic Era: one, eastern Gondwana block comprising Australia and Antarctica, and another, western Gondwana block comprising Africa and South America (Fig. 1). This is the starting point for further analysis of the drift of Australia.

РЕЗЮМЕ

Основываясь на данных новейшей зарубежной литературы, автор рассматривает проблему дрефта Австралийского континента. До сих пор господствовали взгляды, предполагавшие, что Гондванский

континент существовал уже в позднем докембрии или в раннем палеозое. Однако, некоторые факты противоречат этому. По данным палеомагнитных исследований и анализа кембрийской трилобитовой фауны (П. А. Джелл, 1974) можно предполагать, что в то время в южном полушарии не было единого континентального блока. По палеомагнитным данным кембрия позиция Южной Америки (М. К. Крир, 1965) не соответствует позиции Австралии (Э. Ирвинг, 1964). Кембрийская фауна Южной Америки относится к другой фаунистической провинции, чем Австралия (Дж. У. Кови, 1971), и нет признаков смешивания фауны, которое должно было происходить в условиях соединения этих двух континентов.

Палеомагнитные реконструкции (Э. Ирвинг, 1964; М. К. Крир, 1965; М. У. Мак-Элинни, В. Д. Д. Эмблетон, 1974; П. А. Джелл, 1974), а также палеобиогеографические (Дж. У. Кови, 1971) и палеоклиматические (У. Фолькгеймер, 1967) предпосылки, позволяют полагать, что в начале палеозойской эры континенты южного полушария объединялись в виде двух континентальных блоков. Один из них был образован Австралией, Антарктидой и Деканом — Восточная Гондвана, второй охватывал Африку и Южную Америку, образуя Западную Гондвану (фиг. 1). Это положение является исходной точкой для дальнейшего рассмотрения дрефта Австралийского континента.