

Artykuł recenzowany

MAPA DEKLINACJI MAGNETYCZNEJ

Opracowanie mapy deklinacji magnetycznej kraju wymaga danych także z krajów sąsiednich. A co zrobić, gdy ich brak? W tym przypadku pomocne okazały się materiały archiwalne obejmujące tereny Polski przedwojennej.

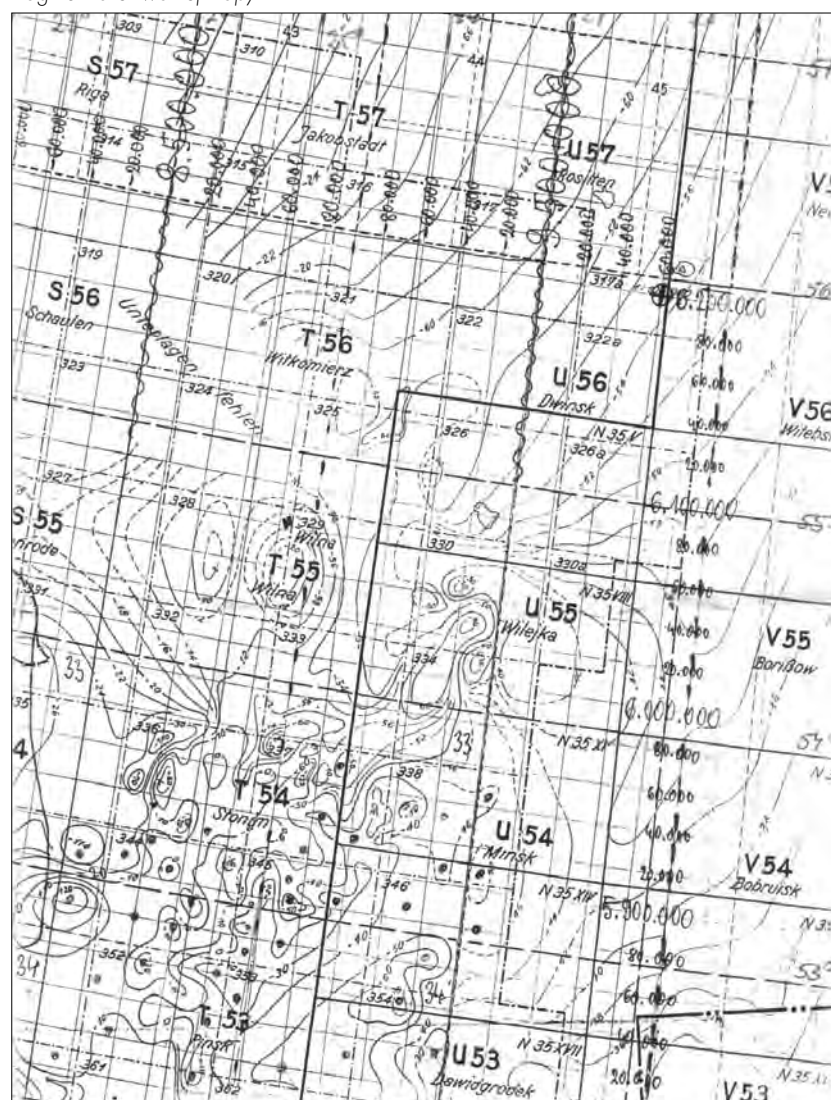
ANDRZEJ SAS-UHRYNOWSKI,
ELŻBIETA WELKER

Ziemskie pole magnetyczne ulega ciągłym zmianom. Ich częstotliwość jest bardzo zróżnicowana – od ułamków sekund poprzez minuty, godziny, doby aż do rocznych i dłuższych, zwanych zmianami wiekowymi. Przebieg zmian składowych elementów pola geomagnetycznego jest stale monitorowany w obserwatoriach magnetycznych. Informacje o tych zmianach potrzebne są do analizy i aktualizacji danych magnetycznych. W tym celu wykorzystuje się również wyniki pomiarów systematycznie powtarzanych na magnetycznych punktach wiekowych.

● ZGROMADZONE DANE
MAGNETYCZNE

Polska magnetyczna sieć punktów wiekowych składa się z 19 stanowisk, na których co najmniej raz na 2 lata wykonuje się obserwacje trzech niezależnych elementów składowych pola. Ich dobór zależy od rodzaju zastosowanej aparatury pomiarowej. Ostatnio mierzy się deklinację D , inklinację I magnetometrem D/I Flux oraz natężenie wektora pola F magnetometrem protonowym. Opracowane wyniki tych obserwacji służą do wyznaczania przestrzenno-czasowego rozkładu zmian pola geomagnetycznego na badanym obszarze, a następnie do wyznaczania poprawek redukcyjnych, niezbędnych do przeliczenia danych magnetycznych na dowolną epokę.

Fragment archiwalnej mapy



Deklinacja magnetyczna jest najczęściej wykorzystywanym przez geodetów elementem składowym pola geomagnetycznego. Wszelkie jej opracowania opierają się na punktach podstawowej osnowy magnetycznej kraju, w liczbie ok. 4000, pomierzonych w latach 1954-1959.

Wykonanie mapy deklinacji magnetycznej kraju wymaga także posiadania danych z pasa o szerokości 30-50 km położonego poza granicami. W razie ich braku przebieg izogon wyznacza się z konieczności metodą ekstrapolacji, co przy skomplikowanym ich kształcie w rejonach anomalnych, prowadzi do błędów dochodzących nawet do kilku stopni. Dane magnetyczne z obszaru Bałtyku pozyskano w latach 1970-90 drogą bezpośrednich pomiarów, wykonanych w ramach polsko-rosyjskich prac na rosyjskim niemagnetycznym statku badawczym „Zaria”. Dane z Niemiec, Czech i Słowacji otrzymano na zasadzie wymiany. Uzyskanie takich danych z pozostałych terenów sąsiadujących z nami, szczególnie istotnych ze względu na bardzo duże anomalie magnetyczne występujące na północy i wschodzie Polski, było niemożliwe z powodu ich niedostępności lub braku.

● MATERIAŁY ARCHIWALNE

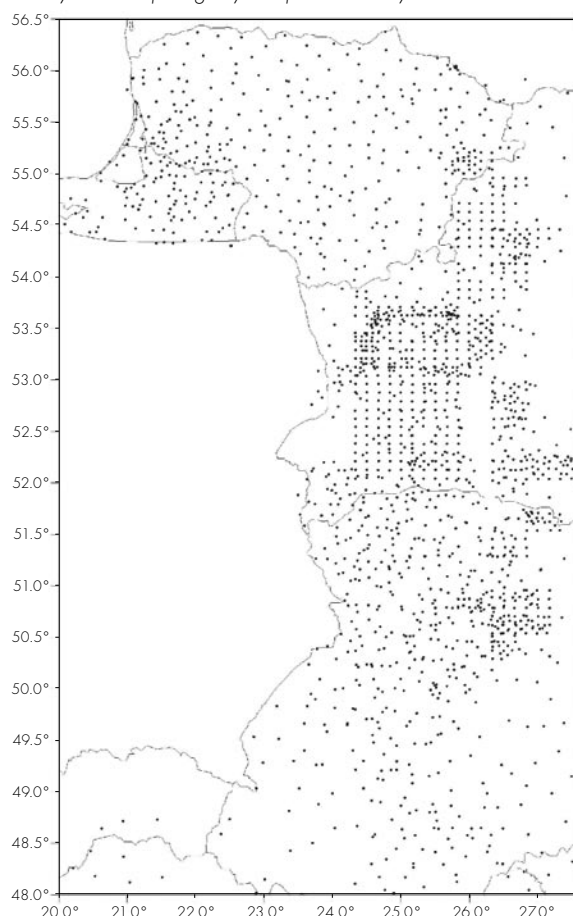
W tej sytuacji postanowiono wykorzystać zasoby archiwalne Instytu-

tu Geodezji i Kartografii, obejmujące tereny Polski przedwojennej. Dane te, odpowiednio opracowane, posłużyły do wyznaczenia aktualnego przebiegu izogon na terenach należących obecnie do Rosji (obwód kaliningradzki), Litwy, Białorusi i zachodniej Ukrainy. Wśród archiwaliów szczególnie przydatne były katalogi i mapy. Do opracowania wybrano:

- katalog opracowany przez Stanisława Kalinowskiego „Zdjęcie magnetyczne Polski”, wydany w 1933 r. w Warszawie. Zawiera on: opis 375 magnetycznych punktów terenowych, w tym 150 zlokalizowanych na dawnych polskich kresach; opis pomiarów; wyniki obserwacji deklinacji, inklinacji i natężenia składowej poziomej H wektora pola geomagnetycznego, a także trzy mapy przedstawiające izolinie D , I oraz H . Mapa czwarta pokazuje lokalizację

2

Punkty deklinacji magnetycznej z archiwalnych materiałów



3

zacji tych punktów na terytorium kraju. Dane magnetyczne zostały zredukowane na epokę 1928.

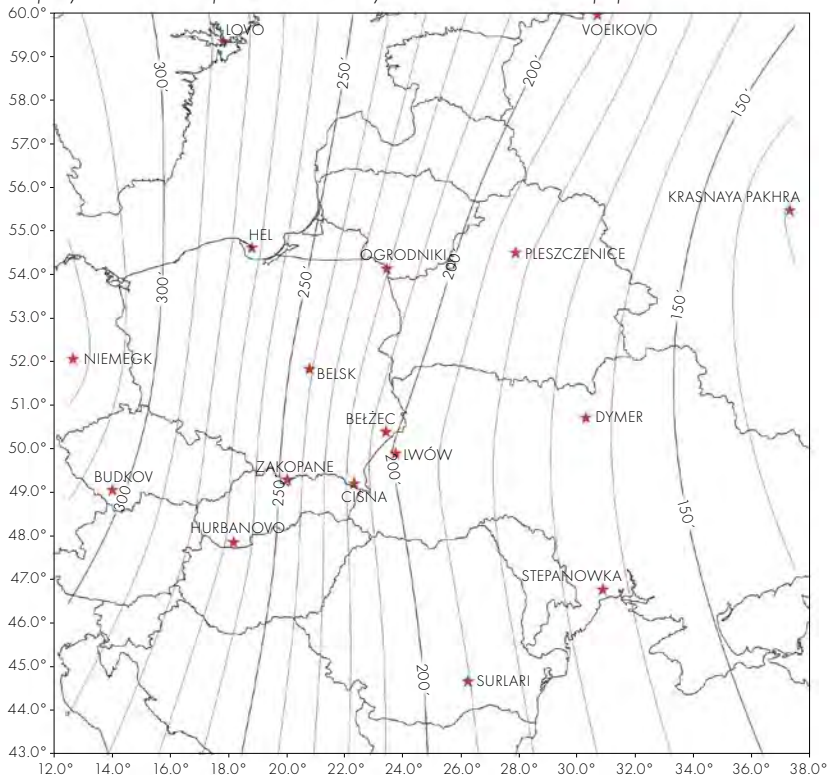
- katalog opracowany przez Instytut Geofizyczny w Poczdamie pod kierunkiem R. Bocka „Magnetische Reichsvermessung 1935.0”, wydany w Berlinie w 1948 r. Zawiera on dane magnetyczne z 554 punktów rozproszonych, obejmujących terytorium Niemiec i Prus Wschodnich. Do dalszego opracowania wykorzystano dane z 20 punktów, zlokalizowanych w dzisiejszym obwodzie kaliningradzkim.

- katalog wydany w Warszawie przez służbę topograficzną Wehrmachtu, który zawiera dane magnetyczne z 877 punktów rozproszonych, obejmujące teren Polski przedwojennej. Towarzyszą mu mapy uchylenia magnetycznego z 1941 roku w skali 1:300 000, w odwzorowaniu Gaussa-Krügera z podziałem na 3-stopniowe pasy, obejmujące tereny zachodniej Ukrainy, Białorusi, Litwy i obwodu kaliningradzkiego – rys. 1.

Ponadto w archiwach litewskich znaleziono katalog danych magnetycznych



Izopory 2000-1940 opracowane z danych obserwatoriów europejskich



z lat 1936-1938, opracowany na podstawie pomiarów prof. Slezewiciusa, który obejmuje 179 punktów rozmieszczonych równomiernie na terytorium przedwojennej Litwy.

Dane z katalogów, przeliczone na deklinację wyrażoną w stopniach, wpisane zostały do komputerowej bazy danych. Mapy archiwalne poddano digitalizacji w celu wygenerowania cyfrowego zapisu obrazu izogon. W efekcie otrzymano punkty w układzie mapy z wartościami uchyleń magnetycznych, które następnie przeliczono na wartości deklinacji magnetycznej. Współrzędne punktów przetransformowano do układu współrzędnych istniejącego w bazie danych. W rezultacie otrzymano jednolity zbiór punktów deklinacji magnetycznej dla całego obszaru objętego badaniem. Na rys. 2 pokazano szkic rozkładu punktów deklinacji wykorzystanych do opracowania aktualnej mapy izogon tego obszaru.

● ZMIANA WIEKOWA DEKLINACJI 1941-2000

Wyznaczenie zmian wiekowych ziemskiego pola magnetycznego w latach 1941-2000 na dawnych Kresach Wschodnich napotyka problemy związane ze zgromadzeniem jednolitych i ciągłych danych z rejestracji tych zmian w obserwatoriach magnetycznych. Wprawdzie cała Europa pokryta jest siecią prawie 40 obserwatoriów, jednakże ich locali-

zacja jest nierównomierna, a okres działalności różny. Część z nich to obserwatoria założone w pierwszych dekadach XX wieku, pozostałe – po II wojnie światowej. Na terenach Europy Wschodniej, objętych naszymi badaniami, obserwatoria magnetyczne są stosunkowo rzadko rozmieszczone (rys. 3). To sprawia, że dla niektórych rejonów – w okresach, w których przebieg zmian wiekowych pola geomagnetycznego jest bardziej skomplikowany – nie ma możliwości przedstawienia dokładnego obrazu tych zmian.

Głównym źródłem danych do roku 1980 były katalogi opracowane przez zespół Gołkova. Dla lat późniejszych – także dane z roczników magnetycznych z Belska (Marianiuk J. i Reda J., 2001), Helu (Czyszek A. i Czyszek, J., 2002), z obserwatoriów: Panagyurishte (Ilia Cholakov), Surlari (Gabriela Cucu), Budkov (Pavel Hejda), Lwów (Juri Sumaruk), Krasnaya Pakhra (Nina Rotanova) i Lovo (Gerhard Schwarz) oraz nieopublikowane jeszcze dane dla okresu 1980-2000 z obserwatoriów: Stepanowka i Dymier.

Do badań wykorzystano zapisy z 15 obserwatoriów, przy czym tylko w sześciu (Voieikovo, Stepanowka, Lovo, Niemegk, Hurbanowo i Hel) dane obejmowały lata od 1941 do 2000.

Badany okres został podzielony na trzy interwały: 1941-1960, 1960-1980 i 1980-2000. Dla każdego interwału od-

dzielnie wyznaczono zmiany wiekowe w postaci map izopor D.

Obserwatorium w Belsku rozpoczęło rejestrację w 1960 r., toteż dla interwału 1941-60 wykorzystano zapisy ze Świdra. Obserwatorium w Świdrze, położone w odległości ok. 40 km na północny wschód od Belska, działało w latach 1923-74. Różnicę deklinacji magnetycznej między nimi (średnio 33,6') wyznaczono dzięki trwającej kilkanaście lat jednoczesnej rejestracji. Wartości deklinacji w Świdrze dla lat 1941-60, powiększone o wyznaczoną różnicę, reprezentują przebieg deklinacji w Belsku w tym interwale.

W celu weryfikacji danych z obserwatorium lwowskiego wykorzystano punkty wiekowe zlokalizowane w pobliżu wschodniej granicy: Ogrodniki, Belzec i Cisna (rys. 4). Dalsza analiza wykazała, że przebieg izopor na zachód od Lwowa nie powinien budzić wątpliwości. Brak sieci magnetycznych punktów wiekowych na terytorium Ukrainy uniemożliwia jednak dokładne zbadanie przebiegu zmian wiekowych pola geomagnetycznego na wschód od granicy. Inaczej wygląda sytuacja na Litwie i Białorusi, gdzie przy współpracy z Instytutem Geodezji i Kartografii założono w latach 1996-99 sieci punktów wiekowych.

● WERYFIKACJA ZREDUKOWANYCH DANYCH

Wyniki pomiarów na litewskich i białoruskich punktach wiekowych posłużyły do weryfikacji danych archiwalnych, zredukowanych na epokę 2000.5. Na opracowanej mapie deklinacji magnetycznej (rys. 5) naniesiono punkty wiekowe, obserwatoria magnetyczne oraz pomierzone na nich wartości deklinacji. Porównanie wartości odczytanych z mapy i pomierzonych wykazuje, że różnice w zasadzie nie przekraczają 0,4°. Rozbieżności rzędu jednego stopnia na dwóch punktach można wytłumaczyć lokalnymi anomaliami, które nie zostały ujawnione z powodu zbyt rzadkiego pokrycia terenu punktami pomiarowymi. Rozbieżność wynosząca 1,8° na punkcie leżącym na granicy obszaru opracowania wynika przypuszczalnie z ekstrapolacji izogon.

Dla obwodu kaliningradzkiego i dla zachodniej Ukrainy brak, jak dotychczas, dostępnej informacji o punktach magnetycznych z aktualnymi wartościami deklinacji, które mogłyby posłużyć do weryfikacji danych archiwal-

nych. Założono, że dokładność danych archiwalnych i opracowanych zmian wiekowych w badanym okresie stanowi materiał względnie jednorodny, więc wnioski z weryfikacji zredukowanych wartości deklinacji dla Litwy i dla Białorusi są reprezentatywne także i dla tamtych rejonów. Sprawdzając słuszność tego wniosku, 20 punktów z obwodu kaliningradzkiego i 40 punktów ze wschodniej części Litwy zredukowano na epokę 2000.5. Zmiany wiekowe opracowano na podstawie danych zarejestrowanych w magnetycznych obserwatoriach Świder i Belsk. Dla punktów leżących pomiędzy południkami 25 i 26 stopni uwzględniono różnicę szybkości zmian deklinacji, która w badanym okresie wynosiła średnio 1 minutę na rok. Z porównania wartości deklinacji obliczonych i odczytanych z mapy (rys. 5) wynika, że wielkość bezwzględna rozbieżności dochodzi do 0,5°, czyli jest tego samego rzędu, co poprzednio. Biorąc pod uwagę długość okresu, dla którego obliczana jest redukcja, wynik można uznać za wiarygodny.

Wykazane rozbieżności mogą mieć dwie przyczyny. Po pierwsze, mniejsza dokładność zdjęć magnetycznych wykonanych w latach 30. i 40. ubiegłego wieku, wynikająca ze stosowania magnetometrów starego typu i analogowych metod prowadzenia rejestracji zmian krótkookresowych pola geomagnetycznego oraz ich opracowywania. Po drugie, stosunkowo rzadkie rozmieszczenie obserwatoriów magnetycznych na badanym terytorium i całkowity brak sieci punktów wiekowych, które są niezbędnym ich uzupełnieniem.

• WNIOSKI NA PRZYSZŁOŚĆ

Po wykonaniu opracowania i analizie otrzymanych wyników nasuwa się kilka wniosków:

1. Niewątpliwym sukcesem tej pracy jest uzyskanie danych magnetycznych pozwalających na interpolację deklinacji do granicy wschodniej i północnej oraz poznanie przebiegu izogon na obszarze objętym opracowaniem, dla którego brak było danych.

2. Wskazane jest powtórne wykonanie zdjęcia deklinacji magnetycznej zarówno na terytoriach należących przed II wojną światową do Polski, jak i obecnych, na którym poprzednie zdjęcie wykonano kilkadziesiąt lat temu.

3. Na terytoriach, gdzie nie prowadzono dotychczas badań zmian wiekowych

5

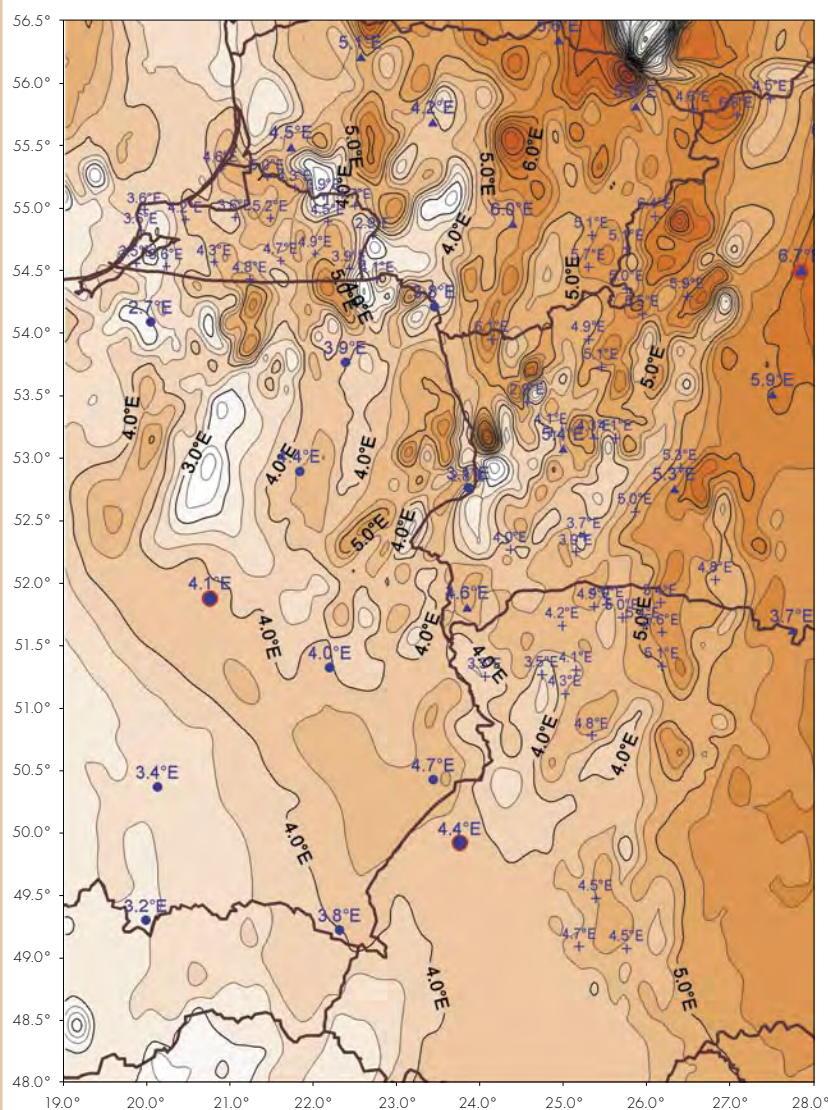
pola geomagnetycznego, niezbędne jest założenie sieci punktów wiekowych. Regularne wykonywanie pomiarów magnetycznych (co 2-4 lata), przy zastosowaniu sprawdzonych procedur, zapewni porównywalność otrzymywanych wyników.

4. Badania zmian wiekowych pola geomagnetycznego powinny być prowadzone we współpracy międzynarodowej, co umożliwi ich koordynację i unifikację, niezbędną do prawidłowej analizy otrzymywanych wyników.

ANDRZEJ SAS-UHRYNOWSKI,

ELŻBIETA WELKER

Recenzent DR MAREK ŻÓŁTOWSKI



Fragment mapy deklinacji magnetycznej 2000 z naniesionymi punktami wiekowymi Polski (niebieskie kropki), Białorusi i Litwy (niebieskie trójkąty) i wartościami na nich zaobserwowanymi. Czerwoną obwódką zaznaczono obserwatoria

Bibliografia

- Kalinowski Stanisław, 1933: Zdjęcia magnetyczne Polski, Prace Obserwatorium Magnetycznego w Świdrze, Warszawa;
- Bock, 1948: Magnetische Reichsvermessung 1935.0, Berlin;
- Slezevicius K., Saldukas I., 1941: Magnetic Survey of Lithuania in 1936-1938. Vilnius Universiteto Matematikos - gamtos fakultetas. Vilnius;
- Verzeichnis der Deklinationswerte für das Gebiet des ehemaligen Staates Polen und Isogonenkarte. Jahrestelwerte 1941. Kr. Kart. U. Verm. Amt Warschau - 1942.
- Marianik J., Reda J.: Results of geomagnetic observations, Belsk, 2000. Warszawa 2001, Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, C-79 [328];
- Czyszczek A., Czyszczek J.: Results of geomagnetic observations, Hel, 2000. Warszawa 2002, Publications of the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences, C-81 [330];
- Golovkov V.P., Kolomiitseva G.I., Konyashchenko L.P., Semenova G.M., 1983: Catalogue of the Mean Year Values of the Geomagnetic Field Elements in the World Net of Magnetic Observatories. V.XVI, M., IZMIRAN.