

WOJCIECH KRZEMIŃSKI

538.712 : 526.8

Sposoby wykazywania deklinacji magnetycznej na mapach topograficznych

Na wszystkich mapach topograficznych w skalach od 1:5 000 do 1:100 000, a niejednokrotnie i mniejszych, wykazywana jest deklinacja magnetyczna. Stanowi ona ważny element treści mapy, którego znaczenia nie wolno nie doceniać, a którego praktyczna wartość, wbrew często rozpowszechnianemu przekonaniu, jest bardzo znaczna. Wykorzystanie busoli jako pewnego i łatwego, a zwłaszcza szybkiego sposobu orientacji, jest szerokie, a wszędzie tam, gdzie czynnikiem decydującym o wartości sposobu przeprowadzenia orientacji jest czas, orientacja magnetyczna nie może być zastąpiona żadną inną metodą. Ze względu na prędkość otrzymywanego wyniku stosujemy ją nawet wtedy, kiedy osiągnięta tą drogą dokładność orientacji nie zadowala nas całkowicie. Można przytoczyć cały szereg przypadków specjalnych, kiedy orientacji magnetycznej nie można zastąpić żadnym innym sposobem określenia kierunków stron świata.

Dookoła zagadnienia wykazywania deklinacji magnetycznej na mapach topograficznych i wykorzystania tej wartości dla orientacji przy pomocy busoli, wytworzyło się wiele nieporozumień. Z jednej strony istnieje tendencja zbyt dokładnego podawania wartości deklinacji i to dla jednego określonego punktu na mapie, np. z dokładnością 1' lub nawet 0',1 dla punktu środkowego arkusza mapy. Dokładność taka jest nierealna z wielu przyczyn, a już w żadnym przypadku nie może być ona reprezentatywną dla całego arkusza mapy w skali 1:25 000, czy tym bardziej 1:100 000. Z drugiej strony, często podaje się w wątpliwość, możliwość dokonania orientacji magnetycznej z dokładnością większą niż $\pm 1^\circ$.

Oba te stanowiska są jednakowo niesłuszne. Wydaje się więc pożyteczne omówienie w poniższym artykule pokrótce wszystkich zjawisk i przyczyn wpływających na dokładność wykorzystania busoli i zaproponować takie rozwiązania wykazywania deklinacji na mapach topograficznych, a także sposób postępowania przy orientacji, aby osiągnięte tą drogą dokładności mogły być jak najwyższe.

Na dokładność określenia azymutu astronomicznego czy geodezyjnego jakiegoś kierunku, przy pomocy busoli, wpływać będzie cały szereg niezależnych wielkości.

Jak wiemy:

$$A = A_m + D$$

gdzie: A — azymut astronomiczny,
 A_m — azymut magnetyczny,
 D — deklinacja magnetyczna,

przy czym deklinacja wschodnia jest dodatnia, zachodnia ujemna, co wynika bezpośrednio z powyższego wzoru. Tak więc średni błąd azymutu astronomicznego będzie zależał od średniego błędu określenia azymutu magnetycznego i średniego błędu znajomości deklinacji magnetycznej.

Dla prostoty m_{A_m} utożsamimy z dokładnością odczytania kierunku na busoli. Dokładność ta będzie różna w zależności od typu użytego instrumentu i będzie się wahać od $\pm 1'$ do $\pm 15'$.

Zastanówmy się teraz jakie czynniki będą nam określać błąd znajomości deklinacji magnetycznej.

Przede wszystkim przypomnijmy, iż pole magnetyczne Ziemi ulega stale bezustannym zmianom. Obserwowany przez nas obraz zmian (np. poprzez ciągły zapis w Obserwatoriach magnetycznych) jest zjawiskiem bardzo skomplikowanym. Jego zmienność jest wynikiem całego szeregu różnych i niezależnych przyczyn, których skutki nakładają się na siebie powodując, iż otrzymany zapis przebiegu zmian jakiegoś elementu magnetycznego pola Ziemi na pierwszy rzut oka wydaje się być pozbawiony jakiegokolwiek systematyczności.

Operując jednak wieloletnim materiałem, pochodzącym z różnych punktów globu ziemskiego, i posługując się różnymi metodami statystycznymi, potrafimy wyróżnić na zapisie i wydzielić cały szereg różnych zjawisk okresowych obok zjawisk nieregularnych. Zmiany okresowe możemy z kolei przedstawić opracowując ich najprawdopodobniejsze przebiegi średnie.

Ta szczególna zmienność pola magnetycznego Ziemi sprawia, iż podając jego wartość z dokładnością większą niż 2,5% jego wielkości, lub $0^\circ,5$ w deklinacji, musimy przypisać ją jakiemuś określönemu momentowi czasowemu. W przeciwnym przypadku traci ona swój sens jako wartość dokładna. Wobec jednak różnorodności i złożoności czasowego przebiegu pola magnetycznego i takie postępowanie byłoby niepraktyczne. Posługujemy się wtedy fikcyjnymi wartościami, powstałymi w umowny sposób i określönymi dla umownych momentów nazywanych epoką.

I tak, obserwatoria magnetyczne dostarczają nam dane, podając wartość poszczególnych elementów pola dla epoki środka roku (np. 1960.5) lub początku roku (np. 1960.0). Mamy tu do czynienia ze średnimi wartościami

rocznymi, obliczanymi odpowiednio dla okresów $1960.01^{\text{mies}}01^{\text{d}}0^{\text{h}}$ — $1960.12^{\text{mies}}31^{\text{d}}24^{\text{h}}$ lub $1959.07^{\text{mies}}01^{\text{d}}0^{\text{h}}$ — $1960.06^{\text{mies}}30^{\text{d}}24^{\text{h}}$. Średnie wartości roczne powstają kolejno ze znalezionych, drogą graficznego wyrównania krzywej, średnich godzinnych i dalej obliczonych średnich dobowych, miesięcznych i rocznych.

Widzimy więc, iż np. średnia wartość deklinacji Świdra dla epoki początku roku 1960.0 nie ma nic wspólnego z rzeczywistą wartością deklinacji, jaka była tam w momencie $1960.01^{\text{mies}} 01^{\text{d}} 00^{\text{h}} 00,0^{\text{min}}$.

Do tak właśnie zdefiniowanej epoki odniesione są wartości deklinacji magnetycznej wykazywane na mapach topograficznych. Nie omawiając operacji redukcyjnych, jakie musimy zastosować dla otrzymania średniej rocznej wartości deklinacji czy innego elementu magnetycznego w dowolnym punkcie poza obserwatorium magnetycznym, stwierdzimy, iż dla praktycznego jej wykorzystania musimy dodać do niej pewne poprawki, odbywając jakby powrotną drogę do wartości momentalnej. Kolejnymi więc poprawkami dochodzilibyśmy do średnich wartości miesięcznych, dobowych i godzinnych. Dokonujemy tego w dwu etapach, korzystając z tablic zestawionych na podstawie uśredniania wieloletnich zapisów obserwatoriów magnetycznych.

Tablica 1 zawiera najprawdopodobniejsze wartości różnic średniej rocznej i średnich miesięcznych. Zestawiona ona została według danych roczników Obserwatorium w Świdrze z lat 1953, 54, 55 i 56. Ułożona jest dla epoki środka roku (np. 1961.5) i początku roku (np. 1961.0).

Tablica 1

Miesiąc \ Epoka	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
,5	-2,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,0	0,0	0,0	0,0	+1,0	+1,5	+2,0	+2,0
,0	0,0	+0,5	+1,0	+1,0	+1,0	+2,0	-2,0	-2,0	-1,0	-0,5	0,0	0,0

W drugim przypadku, tzn. dla epoki początku roku, odpowiednie poprawki odnoszą się dla miesięcy drugiej połowy roku poprzedniego (patrz znak poprawki). Posługując się więc tymi poprawkami w drugiej połowie roku należy przedtem znać średnią wartość roczną dla początku roku następnego.

Tablica 2, przytoczona wg pracy Zofii Kalinowskiej „Izogony w Polsce na rok 1947”, zawiera wartości najprawdopodobniejsze różnic pomiędzy średnimi miesięcznymi i godzinnymi w poszczególnych miesiącach i zestawiona jest również na podstawie wieloletnich zapisów z dokładnością do 0',5.

Godzina Miesiąc	Godzina											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	+1,0	+0,5	+0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,5	+0,5	0,0	-0,5	-1,5
II	+1,5	+1,0	+1,0	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+0,1	+0,5	-0,5	-2,0
III	+1,0	+1,0	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+1,0	+2,5	+3,0	+2,0	-0,5	-3,0
IV	+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	+1,5	+2,0	+3,0	+4,0	+4,0	+2,5	-0,5	-4,0
V	+1,0	+1,5	+1,5	+1,5	+2,5	+3,5	+4,0	+4,0	+3,5	+1,5	-1,5	-4,0
VI	+1,0	+1,0	+1,5	+2,0	+3,0	+4,0	+4,5	+4,5	+4,0	+2,0	-1,0	-3,5
VII	+1,0	+1,0	+1,5	+2,0	+3,0	+4,0	+4,5	+4,5	+3,5	+2,0	-0,5	-3,5
VIII	+1,0	+1,0	+1,5	+1,5	+2,5	+3,5	+4,0	+4,0	+3,0	+1,0	-2,0	-4,5
IX	+1,5	+1,0	+1,0	+1,5	+1,5	+2,0	+2,5	+3,0	+2,5	+0,5	-2,0	-4,5
X	+1,5	+1,0	+0,5	+0,5	0,0	0,0	+0,5	+1,5	+2,0	+1,0	-1,0	-3,0
XI	+1,0	+0,5	+0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,5	+1,0	+0,5	-1,0	-2,0
XII	+1,0	+0,5	0,0	0,0	-0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0	-0,5	-1,0	-1,5

Należałoby teraz określić jaki błąd popełniamy obliczając w powyżej opisany sposób wartość momentalną deklinacji magnetycznej. Inaczej mówiąc, o ile różni się może rzeczywista wartość deklinacji w jakimś momencie od wartości obliczonej przy użyciu powyższych poprawek.

Zależec to będzie w pierwszym rzędzie od aktywności magnetycznej, związanej z aktywnością Słońca i zmieniającej się w okresie około 11-letnim. Prawdopodobieństwo popełnienia dużego błędu w latach dużej aktywności (częste występowanie zakłóceń i burz magnetycznych) będzie parokrotnie większe niż w latach minimum aktywności. Możemy jednak przyjąć, iż średni prawdopodobny błąd tak obliczonej deklinacji będzie się wahał w granicach od paru do kilku minut, w granicznych przypadkach przekraczając wartość kilkunastu minut. Większe różnice występować mogą jedynie w okresach burz magnetycznych, są jednak łatwe do zauważenia, ponieważ duże zmiany zachodzą wtedy w krótkim okresie czasu. Dodajmy, iż w najbliższych latach aktywność magnetyczna przechodzić będzie przez minimum.

Następnym zagadnieniem jest uwzględnienie długookresowych zmian magnetycznego pola Ziemi (okres ok. 600 lat), zwanych zmianami wiekowymi. Znajomość tych zmian pozwoli nam przeliczać podaną średnią wartość dla jednej epoki na dowolną inną epokę. Zagadnienie nie jest proste ze względu na zróżnicowanie zmian wiekowych zarówno w czasie jak i w przestrzeni. Jak to zostało omówione bliżej w poprzedniej pracy, zamieszczonej w tym zeszycie (Krzemiński, Uhrynowski, Żółtowski „Sieć punktów wiekowych w Polsce”), zarówno wielkość zmian z roku na rok

Tablica 2

Miesiąc \ Godzina	Godzina											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
I	-2,5	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	-0,5	0,0	+1,0	+1,0	+1,5	+2,0	+1,5
II	-3,0	-3,5	-2,5	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	+1,0	+1,5	+1,5	+2,0	+1,5
III	-4,5	-5,0	-4,5	-2,5	-1,0	0,0	+0,5	+1,0	+1,5	+2,0	+1,5	+1,0
IV	-6,0	-6,0	-5,0	-4,0	-1,5	-0,5	+0,5	+1,0	+1,0	+1,5	+1,5	+1,0
V	-5,5	-6,0	-4,5	-3,5	-2,0	-0,5	0,0	+0,5	+0,5	+1,0	+1,0	+1,0
VI	-5,5	-6,0	-5,5	-4,0	-2,5	-1,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	+0,5	+1,0
VII	-5,0	-6,0	-5,5	-4,0	-2,0	-1,0	-0,5	0,0	0,0	0,0	+0,5	+0,5
VIII	-5,5	-5,5	-4,5	-2,5	-1,0	0,0	0,0	+0,5	+0,5	+0,5	+1,0	+1,0
IX	-5,5	-5,0	-4,0	-2,5	-1,0	0,0	+0,5	+1,0	+1,0	+1,5	+1,5	+1,5
X	-4,0	-4,0	-3,0	-1,5	-0,5	0,0	+0,5	+1,0	+2,0	+2,0	+2,0	+1,5
XI	-2,5	-2,5	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	+0,5	+1,0	+1,5	+2,0	+2,0	+1,5
XII	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	+0,5	+1,0	+1,5	+2,0	+2,0	+1,5

Czas środkowo-europejski

jak i ich rozkład przestrzenny są funkcjami czasu i to funkcjami nie określonymi, a więc praktycznie uniemożliwiającymi jakieś dalsze przewidywanie.

Można jednak przyjąć, iż w okresie 5 lat od epoki opracowania, przyjmując średnie zmiany z roku na rok ekstrapolowane z przebiegu dotychczasowego, nie popełni się błędu redukcji średniej rocznej na nową epokę większego niż rzędu $\pm 2 - 3'$, a w ciągu lat 10 $\pm 5 - 7'$. Po tym czasie dane dotyczące zmian wiekowych muszą być bezwzględnie zaktualizowane. Dotyczyć to będzie przede wszystkim przechodzenia zmian wiekowych przez ekstremum i zmiany znaku.

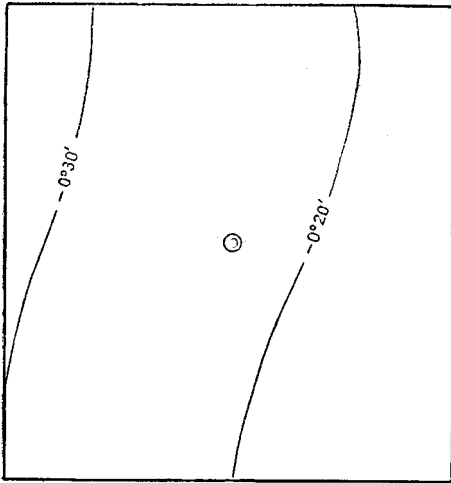
Reasumując wszystko co powiedzieliśmy powyżej możemy stwierdzić, iż gdybyśmy znali wartość deklinacji w dowolnym punkcie, podaną dla określonej epoki z dokładnością $\pm 2 - 3'$, i posiadali aktualne wartości zmian wiekowych z dokładnością $\pm 1'$, to — wykorzystując podane powyżej tablice poprawek — moglibyśmy dokonać orientacji magnetycznej z dokładnością średnio około $\pm 10'$. Powtórzenie orientacji parokrotnie w różnych godzinach dnia mogłoby tę dokładność jeszcze podnieść (ściślej — określenie przebiegu dobowego). Chodzi więc obecnie o to, ażeby dane dotyczące deklinacji magnetycznej na mapach topograficznych pozwoliły na odczytanie jej wartości z założoną dokładnością dla dowolnego punktu mapy.

Nie omawiając tego zagadnienia bliżej stwierdzmy, iż dokładność określenia deklinacji w dowolnym punkcie na mapie izogon, opracowanej na podstawie jednolitego magnetycznego zdjęcia kraju, będzie wynosiła dla

epoki opracowania mapy średnio $\pm 2'$. Byłaby więc to dokładność wystarczająca, gdyby sposób wykazywania deklinacji na mapach jej nie obniżał.

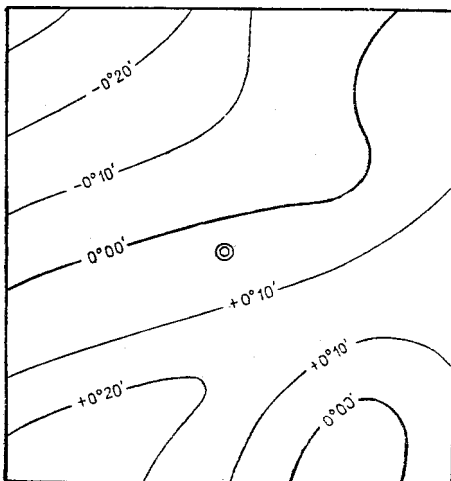
Ogólnie stosowanym sposobem wykazywania deklinacji na mapie jest podawanie jej wartości dla punktu środkowego arkusza z podaniem epoki i średniej zmiany rocznej. Przyjmujemy przy tym, iż wartość ta jest aktualna dla całego arkusza mapy.

Rozpatrzmy poniżej parę przykładów ilustrujących ściśłość takiego założenia dla rejonów o różnym charakterze lokalnego pola magnetycznego. Na rysunkach 23, 24, 25 i 26 przedstawione są fragmenty mapy izogon Polski z różnych części kraju, odpowiadające powierzchni jednego arkusza mapy 1 : 100 000.



Deklinacja punktu środkowego	-0°23'
„ minimalna	-0°32'
„ maksymalna	-0°12'
Maksymalna różnica	0°20'
Maksymalne różnice od wartości punktu środkowego	-11'; +9'
Maksymalny gradient poziomy ok.	0,5'/1 km

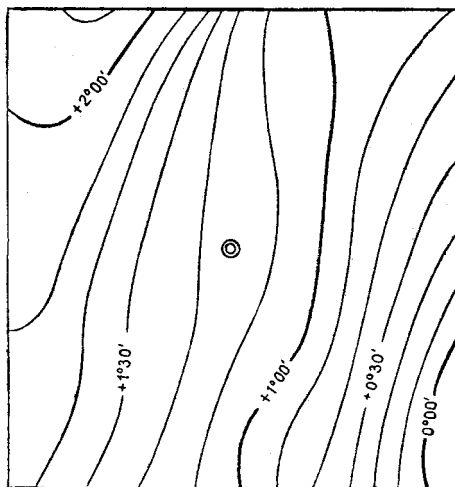
Rys. 23



Deklinacja punktu środkowego	+0°04'
„ minimalna	-0°32'
„ maksymalna	+0°27'
Maksymalna różnica	0°59'
Maksymalne różnice od wartości punktu środkowego	-0°36'; +0°23'
Maksymalny gradient poziomy ok.	2'/1 km

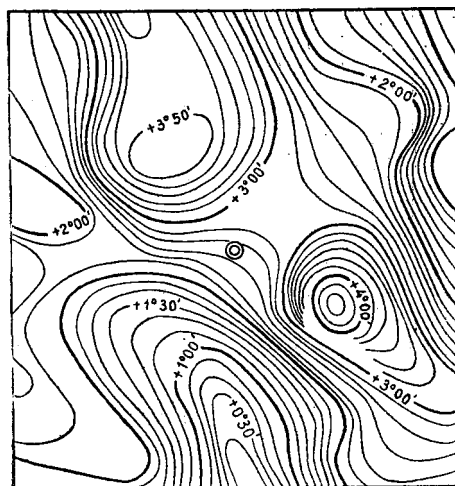
Rys. 24

Deklinacja punktu środkowego	+1°17'
„ minimalna	-0°07'
„ maksymalna	+2°10'
Maksymalna różnica	2°17'
Maksymalne różnice od wartości punktu środkowego	+1°24'; -0°53'
Maksymalny gradient poziomy ok.	6'/1 km



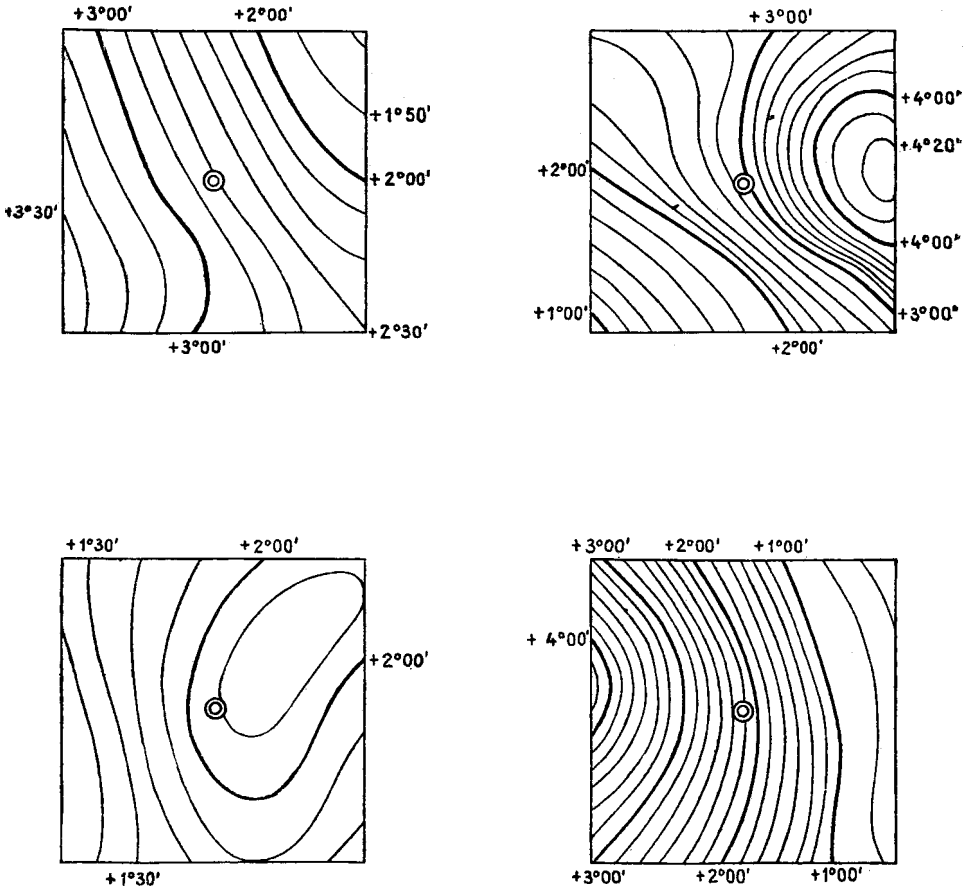
Rys. 25

Deklinacja punktu środkowego	+2°37'
„ minimalna	+0°15'
„ maksymalna	+4°25'
Maksymalna różnica	4°10'
Maksymalne różnice od wartości punktu środkowego	+2°22'; -1°48'
Maksymalny gradient poziomy ok.	0°,5/1 km



Rys. 26

Na terenach anomalii magnetycznych, a jak wiemy występują one w Polsce i to występują na dość znacznym procencie powierzchni kraju, podanie jednej wartości deklinacji dla całego arkusza mapy 1 : 100 000 prowadzi do popełniania drastycznych błędów, dochodzących do kilkudziesięciu minut, a nawet paru stopni. Dla takich terenów również dla arkuszy mapy 1 : 25 000 podanie jednej wartości deklinacji będzie niewystarczające (rys. 27).



Rys. 27a, b, c, d. Obszary odpowiadające powierzchni arkusza mapy 1 : 25 000

	Maksymalne różnice deklinacji	Maksymalne różnice od wartości punktu środkowego
a)	1°55'	1°00'
b)	3 25	2 00
c)	1 00	0 50
d)	3 40	2 00

Jak więc widzimy, dla map 1 : 100 000 praktycznie zawsze należałoby wartości deklinacji magnetycznej podawać w formie odpowiednio zmniejszonego wycinka mapy izogon, wydrukowanego poza ramką mapy. Jedynie w terenach wybitnie zakłóconych może się to okazać niepraktyczne ze względu na zmniejszoną czytelność izogon. Należałoby wtedy rysunek

izogon, powiększony do skali 1 : 100 000, nadrukowywać na treść mapy odpowiednio dobranym kolorem (np. fioletowym). Taki sposób postępowania powinien być regułą w przypadku map w skali mniejszej.

Natomiast na mapach w skali 1 : 25 000 i większych dla znacznego obszaru naszego kraju wystarczy podawanie jednej wartości deklinacji, odnoszącej się do punktu środkowego arkusza.

Na zakończenie jeszcze raz wróćmy do sprawy zmian wiekowych. W wyniku nieznaności zmian rzeczywistych i posługiwania się wartościami ekstrapolowanymi, aktualność deklinacji podanej na mapie, będzie zmniejszać się znacznie szybciej niż pozostałej treści mapy. Należy więc znaleźć sposób, aby użytkownikowi mapy dostarczać co pewien czas dodatkowe informacje, tak aby mógł on przeprowadzić poprawnie redukcję średniej wartości deklinacji na żadaną dowolną epokę.

LITERATURA

- [1] Kalinowska Z.: Izogony w Polsce na rok 1947. Prace Obserwatorium Geofizycznego w Świdrze, Nr 11, Warszawa 1947.
- [2] Krzemiński W.: O niektórych problemach opracowania mapy izogon Polski. Geodezja i Kartografia, tom III, zeszyt 2, s. 97—107, Warszawa 1954.
- [3] Krzemiński W., Uhrynowski A., Zóttowski A.: Sieć magnetycznych punktów wiekowych w Polsce. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, tom VIII, zeszyt 2, Warszawa 1961.
- [4] Rocznik Magnetyczny 1953. Prace Obserwatorium Geofizycznego, im. S. Kalinowskiego w Świdrze, Nr 13, Warszawa 1959.
- [5] Rocznik Magnetyczny 1954. Prace Obserwatorium Geofizycznego im. S. Kalinowskiego w Świdrze, Nr 14, Warszawa 1959.
- [6] Rocznik Magnetyczny 1955—1956. Prace Obserwatorium Geofizycznego im. S. Kalinowskiego w Świdrze, Nr 15, Warszawa 1960.

Rękopis dostarczono Redakcji w marcu 1961 r.

ВОЙЦЕХ КШЭМИНСКИ

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАГНИТНОГО СКЛОНЕНИЯ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ

Резюме

Одним из важных элементов содержания топографической карты является магнитное склонение. Оно, по правилу, представляется на картах масштаба 1 : 100 000 и больших, а неоднократно и на картах меньших масштабов.

При выборе способа представления значения магнитного склонения следует иметь в виду точность, с которой можем практически использовать данные значения, а также характер местного магнитного поля, имеющего решительное влияние на изменчивость склонения в районе данного листа карты. Следует также помнить, что данные на картах значения склонения теряют свою актуальность вследствие вековых вариаций гораздо скорее, чем остальная часть содержания карты.

Выше поданные причины и соображения указывают, что для значительной части территории Польши, по отношению к картам масштаба 1 : 100 000 и меньших масштабов, недостаточным является представление магнитного склонения в форме одного значения, относящегося к середине карты. В некоторых случаях это будет также недостаточным относительно карт масштаба 1 : 25 000. В этих случаях на карте следует дать ход изогон.

При использовании этих данных следует обратить особое внимание на изменчивость хода вековых вариации.

WOJCIECH KRZEMIŃSKI

THE MANNERS OF INDICATING THE MAGNETIC DECLINATION
ON THE TOPOGRAPHICAL CHARTS

S u m m a r y

One of the important elements of the contents of topographical charts is the magnetic declination. It is indicated usually on charts in scale 1 : 100 000 and higher, and sometimes on charts in lower scale.

In choosing the topographical charts, the accuracy of the practical possibility of using these informations and the character of local terrestrial field, deciding on variation of the declination over area mapped on chart are to be considered. It also must be remembered, that the values of the declination indicated on charts sooner than other contents of the chart loose their actuality.

The examples discussed in print show, that on greater part of the Polish territory, in case of the charts in scale 1 : 100 000 or lower, the indication value for the middle point of the chart is not adequate. In some cases it may be not adequate for charts in scale 1 : 25 000 too. In such a cases it is necessary to show a design of isogones on the chart.

When using these date, special attention must be paid to the variating course of secular changes of earth magnetic field.