

ZMIENNOŚĆ CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ W ARKTYCE W OKRESIE 1939-1990

Rajmund Przybylak

*Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń
Instytut Geografii, Zakład Klimatologii*

1. Wstęp

Równowaga energetyczna polarnego systemu klimatycznego nie mogłaby istnieć na obecnym poziomie bez stałej dostawy ciepła z niższych szerokości geograficznych. Wielkość tej dostawy ciepła zmienia się w cyklu rocznym. Wyraźnie największa jest ona w chłodnym okresie roku, a szczególnie w czasie nocy polarnej, kiedy do obszarów polarnych nie dopływa w ogóle energia słoneczna. Transmisorami ciepła z niższych szerokości geograficznych są: cyrkulacja atmosferyczna i oceaniczna. Według najnowszych badań aż 95% adwekcji ciepła do Arktyki dostaje się drogą cyrkulacji atmosferycznej (Aleksiejew i in. 1991). W związku z powyższym, jak również z faktem, że zmiana procesów synoptycznych jest tutaj 1,5 raza szybsza niż w umiarkowanych szerokościach (Wangengejm G. J. 1952, 1961) należy stwierdzić, że cyrkulacja atmosferyczna odgrywa znacznie większą rolę w kształtowaniu klimatu Arktyki niż w innych obszarach na kuli ziemskiej. Badania prowadzone przy wykorzystaniu m. in. modeli klimatycznych wykazują, że obszary polarne najszybciej i najsilniej reagują na zmiany klimatu. Są zatem one najlepszym wskaźnikiem oceniającym stan globalnego systemu klimatycznego jako całości (Budyko i in. 1986, Gruza, Rańkowska 1980, Gruza i in. 1984, Jäger, Kellogg 1983, Jesierkiepowa i in. 1982, Kelly i in. 1984, Monin, Sziszkow 1979, Weller 1982 i inni). Na tle powyższego za bardzo istotne należy uznać badania zmienności cyrkulacji atmosferycznej w Arktyce.

2. Materiały i metoda

W opracowaniu niniejszym zmienność cyrkulacji atmosferycznej w Arktyce rozpatrzono korzystając z grup procesów synoptycznych wyróż-

nionych przez Dydinę (1958, 1982) oraz z form cyrkulacji Wangengejma-Girsa (Girs 1960, 1971, 1974). Grupy i formy cyrkulacji za okres 1948-1974 publikuje Dydina (1982). Dla pozostałych lat uzyskano je z Instytutu Naukowo-Badawczego Arktyki i Antarktyki w Sankt Petersburgu.

Dydina (1958) wydzieliła 16 podstawowych i 9 uzupełniających typów cyrkulacji biorąc pod uwagę głównie podobieństwo rozmieszczenia pól barycznych i ich charakterystyk kinematycznych w Arktyce oraz względne podobieństwo tychże pól w obszarach umiarkowanych szerokości. Wszystkie typy cyrkulacji - biorąc pod uwagę ogólne cechy rozkładu podstawowych pól barycznych w Arktyce - uogólniono tworząc 6 grup procesów synoptycznych: A, B, W, G, D i K (Dydina 1982). W opracowaniu niniejszym analizę oparto o te 6 grup i o 3 formy cyrkulacji: zachodnią (W), południkową (C) i wschodnią (E). Poniżej przedstawiono skrótowy opis ogólnego rozkładu pól barycznych w Arktyce przy poszczególnych grupach cyrkulacji:

Grupa A - rozwój działalności cyklonalnej nad większą częścią basenu arktycznego i antycyklonalnej nad obszarem Kanadyjskiego Archipelagu Arktycznego,

Grupa B - rozwój działalności antycyklonalnej nad większą częścią Arktyki,

Grupa W - rozwój działalności cyklonalnej nad zachodnią, a antycyklonalnej nad wschodnią Arktyką,

Grupa G - rozwój działalności cyklonalnej nad wschodnią, a antycyklonalnej nad zachodnią Arktyką, tj. procesy synoptyczne tej grupy są przeciwnostawne procesom grupy W,

Grupa D - rozwój działalności cyklonalnej nad M. Karskim i M. Łaptiewów lub na północ od nich, a na zachód i wschód od obszaru działalności cyklonalnej tworzą się pola antycyklonalne,

Grupa K - procesy synoptyczne tej grupy są przeciwnostawne procesom grupy D, gdy chodzi o rozkład pól barycznych, tj. rozwój działalności antycyklonalnej występuje nad morzami Karskim i Łaptiewów, a cyklonalnej - na zachód i wschód od nich.

Mapy ukazujące szczegółowe rozmieszczenie pól barycznych przy poszczególnych typach i grupach cyrkulacji są zamieszczone w pracy Dydin (1982).

W pracy niniejszej zmienność cyrkulacji atmosferycznej w Arktyce w badanym okresie przebadano w oparciu o analizę częstości występowania i długości trwania grup i form cyrkulacji. Przeprowadzono ją dla roku, 4 pór roku: zimy (XII-II), wiosny (III-V), lata (VI-VIII) i jesieni (IX-XI) oraz poszczególnych miesięcy.

3. Wyniki

Częstość występowania grup i form cyrkulacji

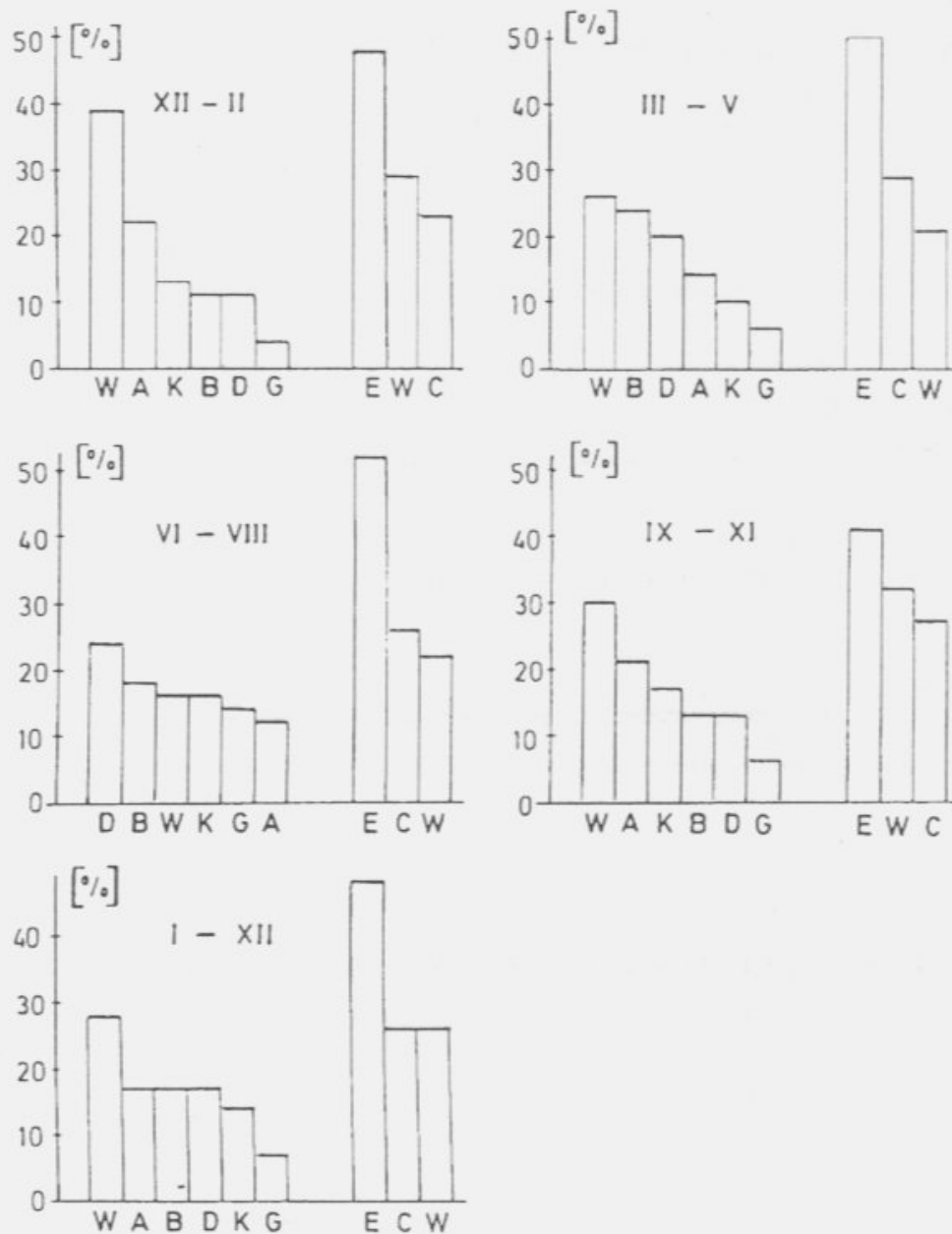
Poznanie częstości występowania grup i form cyrkulacji w Arktyce jest bardzo przydatne dla celów prognozy pogody i klimatu, bowiem każdej grupie i formie cyrkulacji odpowiada inny rozkład elementów meteorologicznych w tym regionie. Znając te zależności oraz właściwie prognozując zmiany cyrkulacji atmosferycznej można z dobrym rezultatem ocenić jakiego przeorganizowaniu ulegnie polarny system klimatyczny.

W badanym okresie 1939-1990 z największą średnią roczną częstością występowała grupa cyrkulacji W (28 %), a z najmniejszą grupa G (7 %) - tab. 1 i ryc. 1.

Tab. 1. Częstość względna (w %) występowania grup i form cyrkulacji w okresie 1939-1990

Table 1. Relative frequency (in %) of the occurrence of groups and macrotypes of circulation over the period 1939-1990

Okres Period	Grupa cyrkulacji Group of circulation						Forma Macrotype of circulation				Grupa cyrkulacji Group of circulation						Forma Macrotype of circulation			
	A	B	W	G	D	K	W	C	E		A	B	W	G	D	K	W	C	E	
	XII - II										III - V									
1941-1950	19	15	43	1	10	12	30	27	43		17	18	25	3	21	16	31	43	26	
1951-1960	21	6	42	3	9	19	32	14	54		12	29	26	6	19	8	19	30	51	
1961-1970	27	9	37	4	13	10	21	33	46		17	27	23	6	16	11	20	27	53	
1971-1980	23	13	31	3	15	15	22	19	59		9	27	31	4	23	6	15	23	62	
1981-1990	21	11	38	7	12	11	36	20	44		12	20	27	11	22	8	21	19	60	
1940-1948	20	13	42	1	11	13	27	27	46		15	18	24	3	24	16	32	45	23	
1949-1990	23	10	38	4	12	13	28	22	50		13	26	27	7	19	8	19	25	56	
1939-1990	22	11	39	4	11	13	29	23	48		14	24	26	6	20	10	21	29	50	
	VI - VIII																			
1941-1950	6	28	13	14	23	16	29	35	36		26	12	34	2	13	13	34	29	37	
1951-1960	10	16	20	16	20	18	27	28	45		14	11	30	9	14	22	31	33	36	
1961-1970	13	13	20	13	21	20	25	24	51		24	14	26	5	12	19	30	27	43	
1971-1980	15	19	11	16	27	12	14	22	64		17	16	30	9	11	17	30	20	50	
1981-1990	17	14	13	14	27	15	20	19	61		23	12	31	5	14	15	35	22	43	
1940-1948	5	28	17	12	21	17	27	35	38		25	11	37	1	13	13	33	35	32	
1949-1990	13	16	16	15	24	16	21	24	55		20	13	30	7	12	18	32	25	43	
1939-1990	12	18	16	14	24	16	22	26	52		21	13	30	6	13	17	32	27	41	
	I - XII																			
1941-1950	17	18	29	5	17	14	31	34	35											
1951-1960	14	16	30	8	15	17	27	27	46											
1961-1970	20	16	26	7	16	15	24	28	48											
1971-1980	16	19	26	8	19	12	20	21	59											
1981-1990	18	14	27	9	19	12	28	20	52											
1940-1948	16	18	30	4	17	15	30	35	35											
1949-1990	17	16	28	8	14	14	25	24	51											
1939-1990	17	17	28	7	17	14	26	26	48											



Ryc. 1. Uszeregowanie grup cyrkulacji w Arktyce (A, B, W, G, D, K) i form cyrkulacji (W, C, E) wg częstości ich występowania w poszczególnych porach roku za okres 1939-1990.

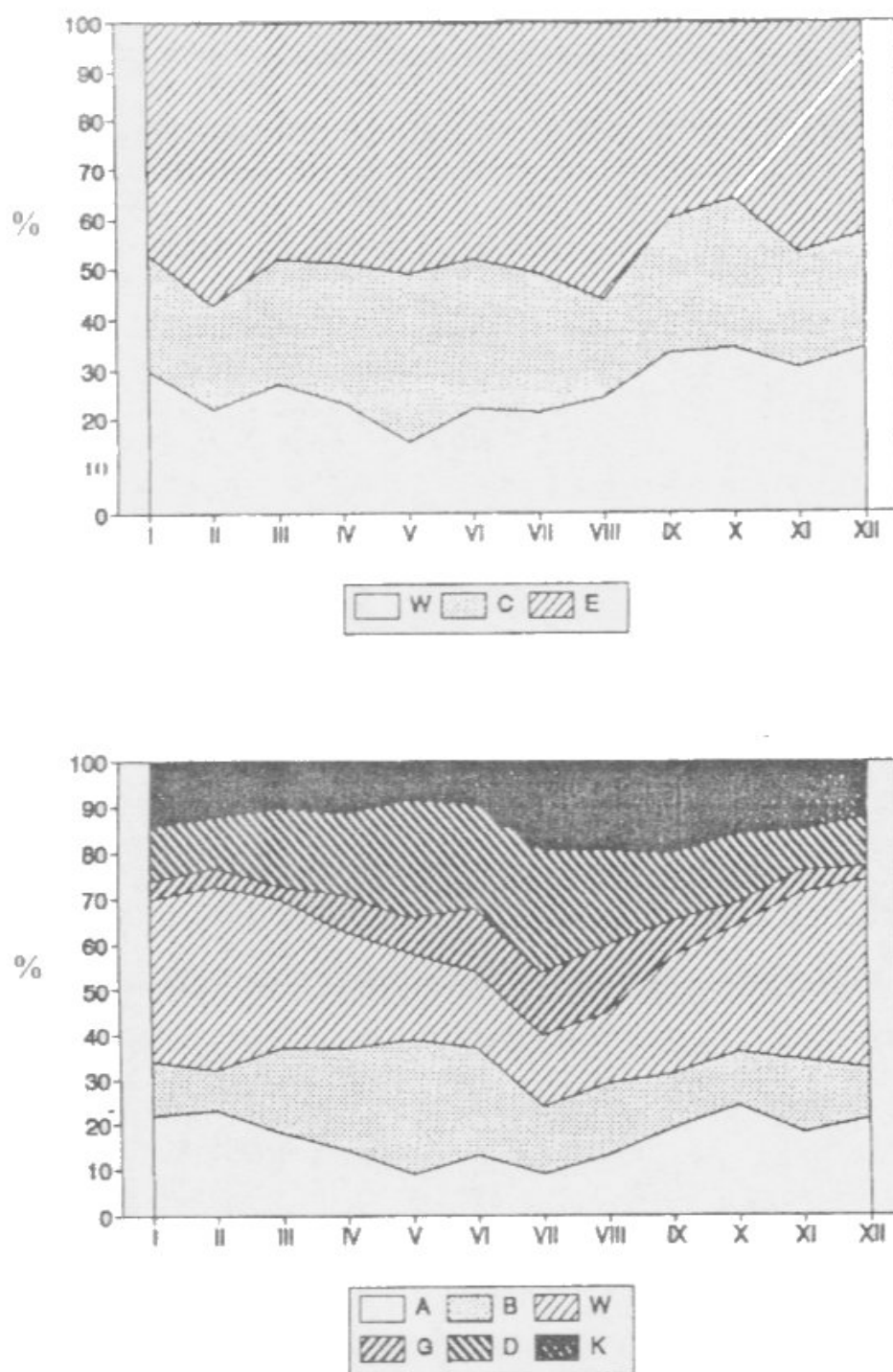
Fig. 1. Arrangement of groups of circulation in the Arctic (A, B, W, G, D, K) and macrotypes of circulation (W, C, E) according to the frequency of occurrence in particular seasons of the year for the period 1939-1990.

W cyklu rocznym grupa W wyraźnie dominuje w zimie (40 %) i jesieni (30 %). Także wiosną pod względem częstości zajmuje pierwsze miejsce (26 %). Latem natomiast spada na trzecie miejsce (16 %) za grupę D (24 %) i B (18 %). Warto zwrócić uwagę na znaczny wzrost (2-3-krotny) częstości występowania w tej porze roku grupy G (14 %), charakteryzującej się rozwojem w zachodniej Arktyce działalności antycyklonalnej, a we wschodniej - cyklonalnej. Z ryc. 1 wynika, że latem zróżnicowanie częstości występowania grup cyrkulacji jest najmniejsze, a to oznacza, iż procesy synoptyczne są w tej porze roku najmniej stabilne.

Średnio rocznie (48 %) i we wszystkich porach roku z największą częstością występuje forma cyrkulacji E (tab. 1 i ryc. 1). Prawie dwukrotnie rzadziej notowane są formy W i C (po 26 %). Forma W z większą częstością niż forma C występuje jesienią i zimą, a forma C wiosną i latem. Najmniejsze zróżnicowanie częstości występowania analizowanych 3 form cyrkulacji jest jesienią. Przebieg roczny wg częstości miesięcznych grup i form cyrkulacji przedstawia ryc. 2.

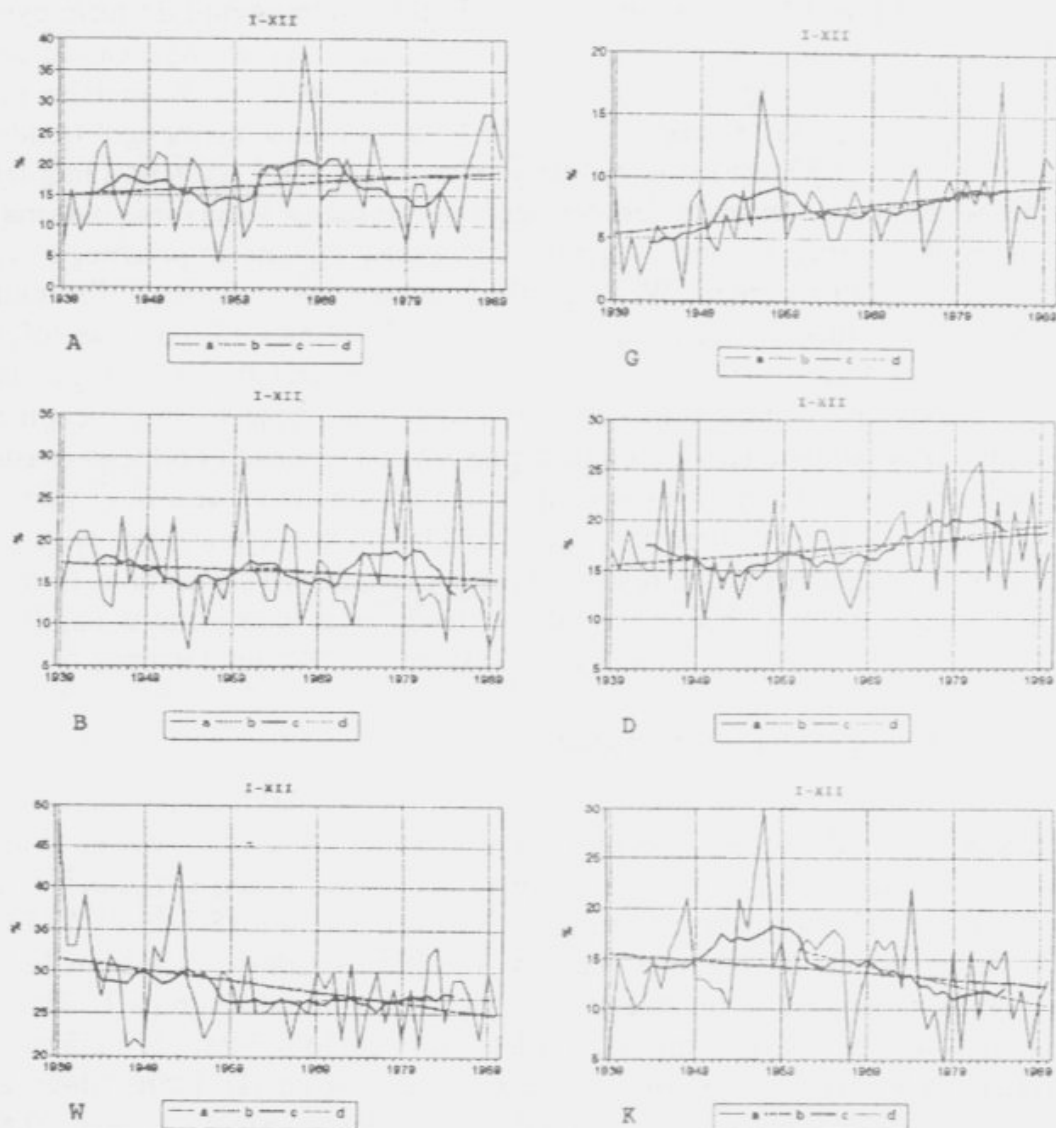
W tab. 1 podano także średnie częstości występowania grup i form cyrkulacji w poszczególnych dekadach wielolecia 1939-1990 oraz w okresie epok cyrkulacyjnych C (1940-1948) i E+C (1949-1990). Bliżej warto przyjąć się częstości występowania grup i form cyrkulacji w ostatniej dekadzie (1981-1990), która była najcieplejszą dekadą za okres obserwacji instrumentalnych. Według średnich rocznych wartości obserwuje się spadek częstości występowania o 3 % grupy B i o 2 % grupy K, natomiast wzrost częstości o 2 % grup G i D. W tym samym okresie częstość powtarzania się formy cyrkulacji W wzrosła o 2 %, E o 4 %, natomiast aż o 6 % spadła częstość formy C. Według badań Girsy (1977) wynika, że w epoce cyrkulacji W w Arktyce przeważają anomalie ujemne temperatury powietrza, a w epoce cyrkulacji C - dodatnie. Na tej podstawie można stwierdzić, że czynnik cyrkulacyjny w dekadzie lat 80-tych sprzyjał ochłodzeniu Arktyki. Potwierdzeniem tego są wyniki badań Przybylaka i Usowicza (1993), które dowodzą, iż w Atlantyckim regionie Arktyki w tym czasie temperatura powietrza wykazywała brak trendu lub nieznaczny spadek.

Przebieg z roku na rok (wg średnich rocznych (a) i ruchomych 10-letnich (c)) częstości występowania poszczególnych grup cyrkulacji oraz trendów liniowych z okresu 1939-1990 (b) i 1961-1990 (d) przedstawia ryc. 3. Bardzo dobra zgodność w przebiegu obydwu trendów występuje dla grup cyrkulacji B, D i G, a najmniejsza dla grup W i K. Najmniej wyraźne trendy w badanych okresach posiadają grupy A (lekko dodatni) i B (lekko ujemny). Najwyraźniejszymi pozytywnymi trendami charakteryzują się grupy G i D, a negatywnymi grupy K i W, przy czym w tej ostatniej obserwuje się brak trendu w ostatnich 30 latach.



Ryc. 2. Przebieg roczny względnej częstości (w %) występowania dni z grupą cyrkulacji A, B, W, G, D, K w Arktyce i z formą cyrkulacji W, C i E za okres 1939-1990.

Fig. 2. Annual course of the relative frequency of occurrence (in %) of days with circulation groups A, B, W, G, D and K in the Arctic and with macrotypes of circulation W, C and E for the period 1939-1990.



Ryc. 3. Przebieg względnej częstości rocznej (w %) występowania dni z grupą cyrkulacji A, B, W, G, D i K i ich trendów w Arktyce w okresie 1939-1990.

Objaśnienia: a - przebieg z roku na rok, b - trend liniowy w okresie 1939-1990, c - średnia ruchoma 10-letnia, d - trend liniowy w okresie 1961-1990.

Fig. 3. Course of the relative annual frequency (in %) of occurrence of days with circulation groups (A, B, W, G, D, K) and their trends in the Arctic over the period 1939-1990.

Key: a - year-to-year course, b - linear trend over the period 1939-1990, c - 10-year running mean, d - linear trend over the period 1961-1990.

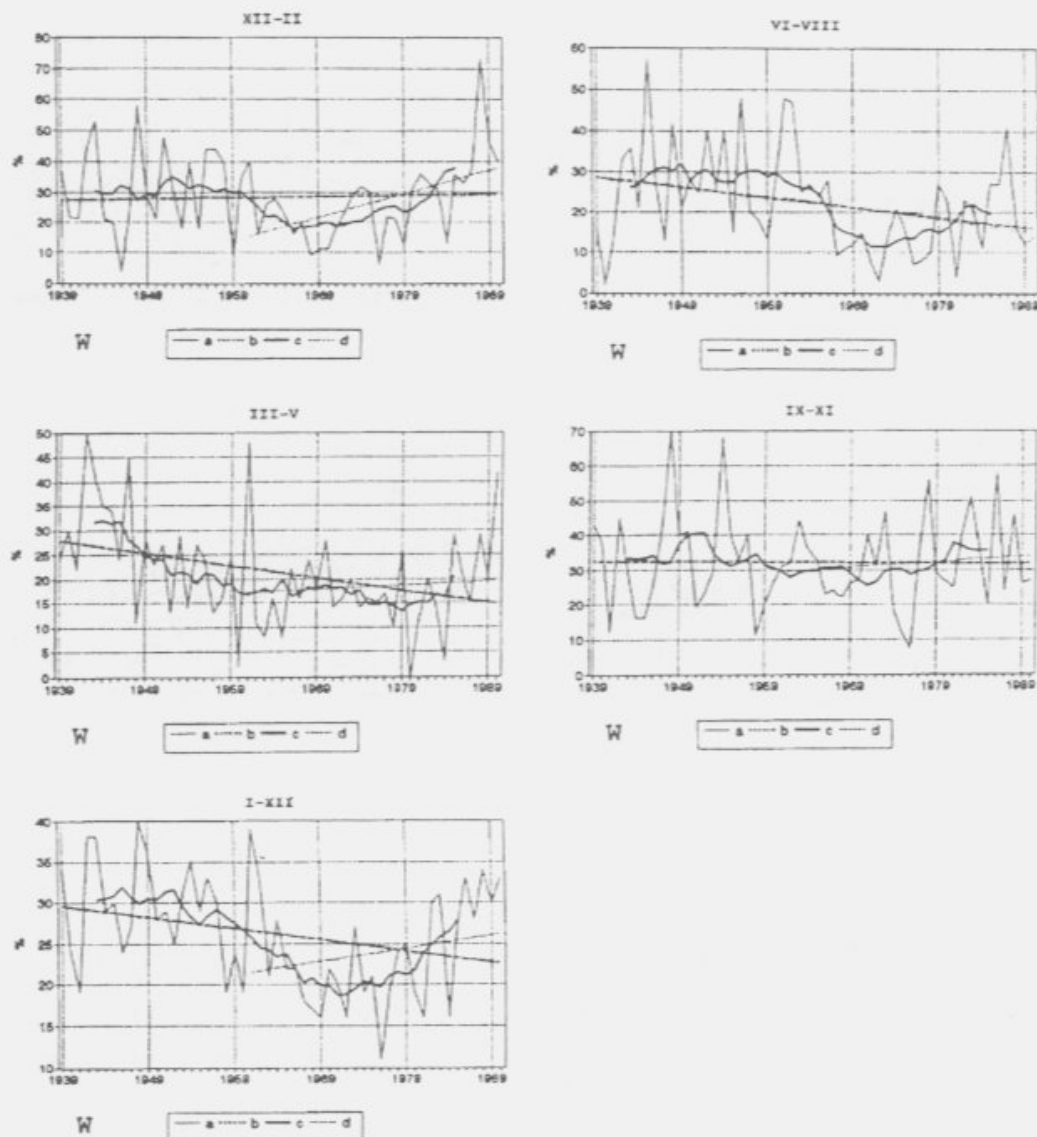
Ryc. 4 przedstawia to samo co ryc. 3, ale w odniesieniu do form cyrkulacji i z uwzględnieniem także pór roku. Z jego analizy wynika, że do połowy lat 70-tych częstość występowania form cyrkulacji W malała, po czym zaczęła szybko rosnąć. Trend 30-letni pomimo ujemnego trendu w okresie 1939-1990 jest już pozytywny. Wzrost częstości występowania tej formy w ostatniej dekadzie jest szczególnie wyraźny zimą oraz wiosną. W przypadku formy C obserwujemy największą zgodność przebiegu jej częstości w cyklu rocznym. We wszystkich porach roku i średnio dla roku jest wyraźnie widoczny trend ujemny. Trendy 30-letni i 52-letni częstości występowania formy cyrkulacji E są - z wyjątkiem trendu 30-letniego dla zimy - pozytywne. Jednak warto zwrócić uwagę analizując średnie ruchome 10-letnie, iż w połowie lat 70-tych nastąpiła zmiana tendencji i od tego czasu częstość tej formy maleje. Biorąc pod uwagę wspomniane wcześniej zależności między cyrkulacją atmosferyczną a rozkładem pól termicznych w Arktyce można prognozować, iż rosnący udział częstości występowania formy W, a malejący formy C będą sprzyjały ochłodzeniu tego regionu w najbliższych latach, szczególnie w zimie i w mniejszym nieco stopniu wiosną.

Długość trwania grup i form cyrkulacji

Dużą zmienność cyrkulacji atmosferycznej w Arktyce potwierdzają obliczone dane dotyczące średniej nieprzerwanej długości trwania grup i form cyrkulacji (tab. 2, ryc. 5). Najbardziej trwałą grupą cyrkulacji wg wartości średnich rocznych jest grupa W (5,9 dni), potem B (5,7 dni) i A (5,6 dni). Grupa W jest szczególnie stabilna w zimie (6,9 dni) i w jesieni (6,0 dni). Dużą zmienność w przebiegu rocznym wykazuje także grupa B, która swoje maksimum osiąga w miesiącach letnich (średnio 6,7 dni), a minimum w jesieni (4,5 dni). Zwrócić uwagę warto także na grupę D, której długość trwania w lecie jest średnio o 1,3-1,4 dni większa niż w jesieni i zimie i o 0,8 dni większa w porównaniu z wiosną. Najmniej trwałą grupą cyrkulacji jest grupa G o średniej nieprzerwanej długości rocznej równej tylko 4,2 dni. Najdłużej zachowuje się ona latem (4,7 dni), a najkrócej zimą (3,7 dni).

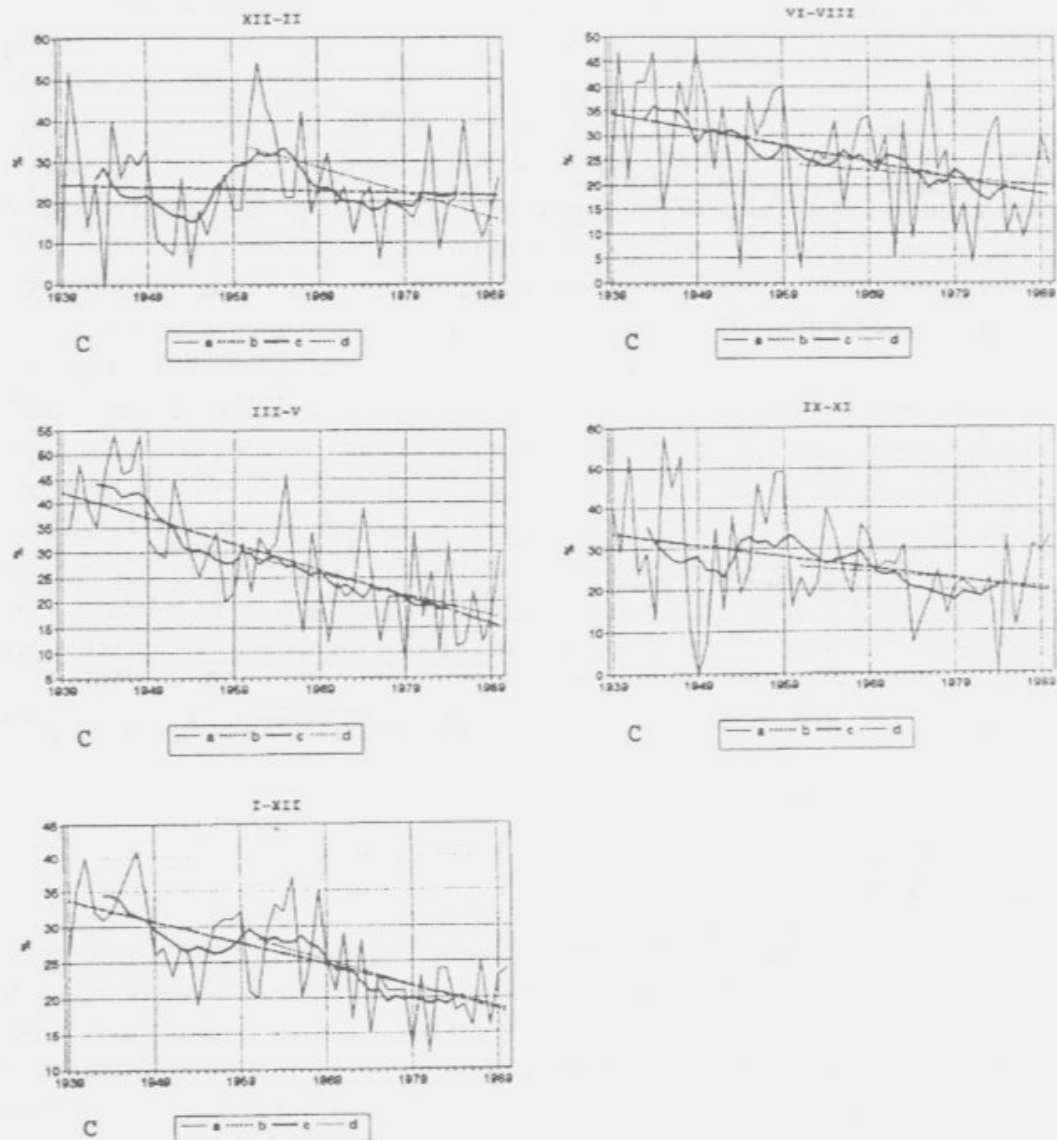
W przebiegu rocznym (tab. 2 i ryc. 5) najbardziej trwałą formą cyrkulacji jest forma E (średnia roczna wyniosła 9,5 dni). Swoje maksimum osiąga ona zimą (10,7 dni), a minimum jesienią (8,7 dni). Długość trwania form W i C jest podobna i średnio rocznie wynosi odpowiednio 6,1 i 6,0 dni. Forma W dłużej trwa niż C w chłodnym okresie roku, a forma C - w ciepłym (ryc. 5).

Porównując wartości średniej długości trwania poszczególnych form cyrkulacji w okresach 1981-1990 i 1939-1990 należy podkreślić znaczny spadek trwania formy C w ostatnich latach o 0,9 dni, a formy W o 0,2 dni. Widać stąd, że spadkowi częstości występowania formy cyrkulacji C towa-



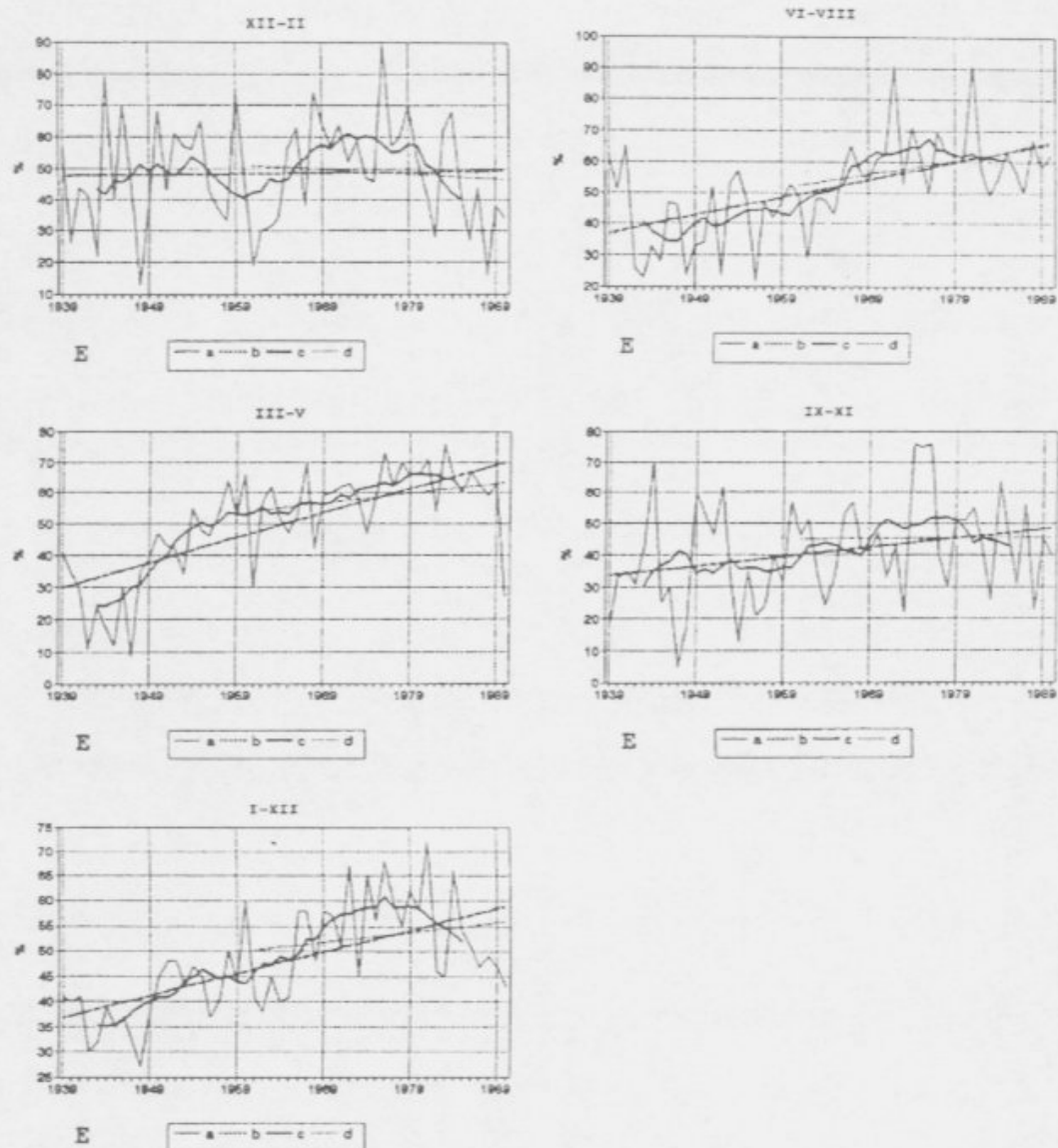
Ryc. 4A. Przebieg względnej częstości (w %) sezonowej i rocznej występowania dni z formą cyrkulacji W i jej trendów w okresie 1939-1990. Objasnienia jak na ryc. 3.

Fig. 4A. Course of seasonal and annual relative frequency (in %) of the occurrence of circulation macrotype W and its trends over the period 1939-1990. Key as in Fig. 3.



Ryc. 4B. Przebieg względnej częstości (w %) sezonowej i rocznej występowania dni z formą cyrkulacji C i jej trendów w okresie 1939-1990. Objasnienia jak na ryc. 3.

Fig. 4B. Course of seasonal and annual relative frequency (in %) of the occurrence of circulation macrotype C and its trends over the period 1939-1990. Key as in Fig. 3.



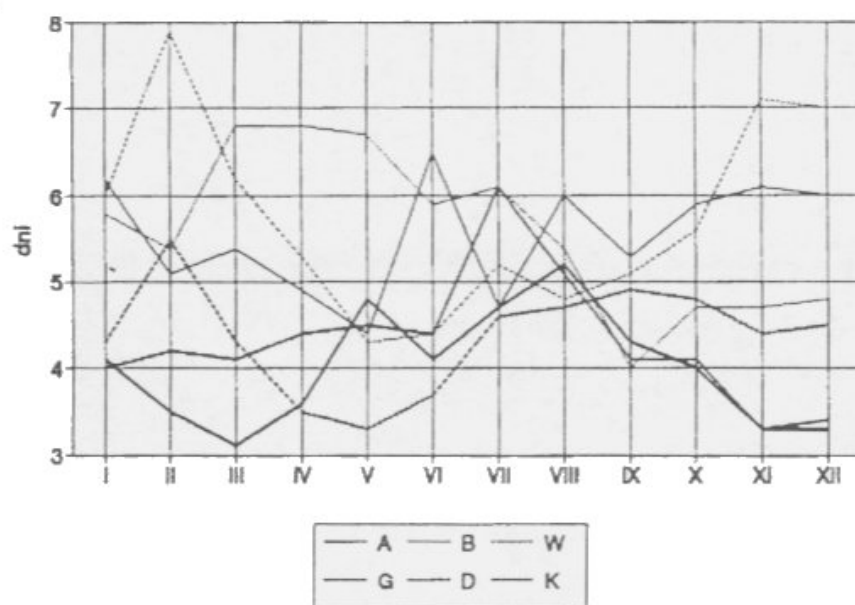
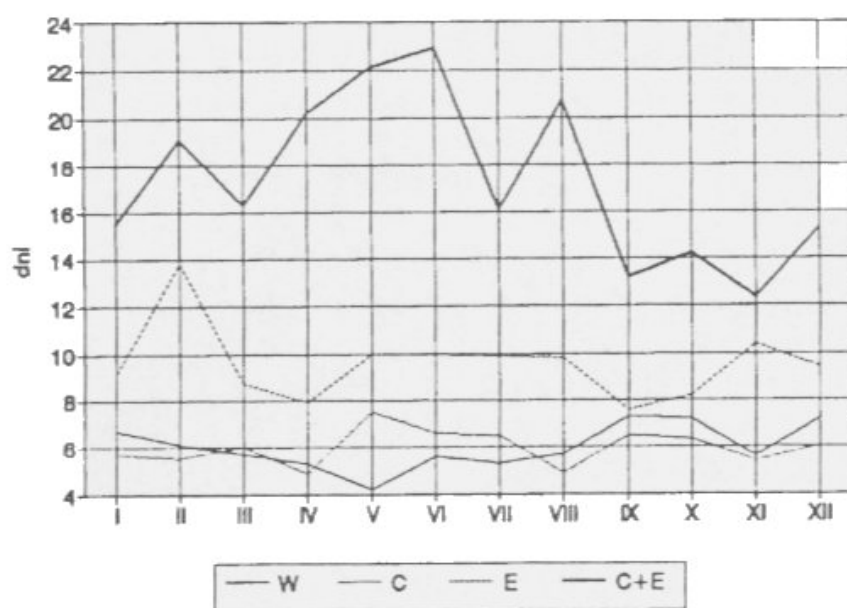
Ryc. 4C. Przebieg względnej częstości (w %) sezonowej i rocznej występowania dni z formą cyrkulacji E i jej trendów w okresie 1939-1990. Objaśnienia jak na ryc. 3.

Fig. 4C. Course of seasonal and annual relative frequency (in %) of the occurrence of circulation macrotype E and its trends over the period 1939-1990. Key as in Fig. 3.

Tab. 2. Długość trwania (w dniach) grup i form cyrkulacji w okresie 1939-1990

Table 2. Duration (in days) of groups and macrotypes of circulation over the period 1939-1990

Okres Period	Grupa cyrkulacji Group of circulation					Forma cyrkulacji Macrotype of circulation					Grupa cyrkulacji Group of circulation					Forma cyrkulacji Macrotype of circulation				
	A	B	W	G	D	K	W	C	E	E+C	A	B	W	G	D	K	W	C	E	E+C
1941-1950	6,0	5,6	6,9	5,0	3,6	5,3	7,8	6,3	10,2	18,7	XII - II					III - V				
1951-1960	6,2	4,2	7,2	3,1	3,2	5,7	7,5	5,8	14,1	15,7										
1961-1970	6,1	5,6	6,6	3,1	3,6	3,5	5,4	5,9	8,8	18,6										
1971-1980	5,3	5,8	5,6	3,7	4,0	4,7	5,5	5,1	13,3	17,6										
1981-1990	5,4	5,6	7,0	4,0	4,8	3,9	6,6	5,0	7,9	11,3										
1940-1948	6,1	5,4	7,1	6,0	3,9	5,5	7,5	6,5	11,0	21,2										
1949-1990	5,7	5,4	6,6	3,5	3,8	4,5	6,4	5,6	10,7	15,8										
1939-1990	5,8	5,3	6,9	3,7	3,8	4,6	6,7	5,7	10,7	16,4										
1941-1950	5,3	6,4	4,2	4,9	5,4	5,8	6,9	6,7	8,0	17,8	VI - VIII					IX - XI				
1951-1960	5,2	5,7	6,3	5,2	5,4	4,3	5,8	6,6	8,5	15,6										
1961-1970	6,1	5,1	4,8	4,3	4,4	4,3	6,1	6,4	9,5	20,9										
1971-1980	6,3	5,8	3,8	4,4	5,5	3,9	3,7	4,8	10,9	22,3										
1981-1990	6,0	6,0	4,5	4,6	5,7	4,0	5,5	5,1	9,7	15,4										
1940-1948	4,4	6,3	4,5	4,6	5,1	6,2	7,2	8,3	9,3	22,1										
1949-1990	5,9	5,6	4,8	4,7	5,3	4,2	5,3	5,6	10,0	19,5										
1939-1990	5,8	5,8	4,8	4,7	5,2	4,4	5,6	6,0	9,9	19,9										
1941-1950	6,0	5,8	6,1	4,4	4,5	4,8	7,2	7,3	8,7	16,1	I - XII									
1951-1960	5,7	5,7	6,1	4,5	4,4	5,0	6,5	6,8	9,6	17,2										
1961-1970	5,7	5,8	5,5	3,7	4,0	4,1	5,6	5,6	8,7	17,6										
1971-1980	5,1	5,7	5,4	4,1	4,5	4,1	4,7	4,8	10,6	18,6										
1981-1990	5,6	5,7	6,0	4,3	4,7	4,2	5,9	5,1	9,7	15,4										
1940-1948	6,0	5,9	6,3	4,2	4,4	4,9	7,1	7,8	9,1	16,7										
1949-1990	5,5	5,7	5,7	4,2	4,4	4,3	5,8	5,6	9,6	17,2										
1939-1990	5,6	5,7	5,9	4,2	4,4	4,4	6,1	6,0	9,5	17,1										



Ryc. 5. Przebieg roczny długości trwania (w dniach) poszczególnych grup cyrkulacji (A, B, W, G, D, K) w Arktyce i form cyrkulacji (W, C, E) wg średnich miesięcznych w okresie 1939-1990.

Fig. 5. Annual course of the duration (in days) of particular groups of circulation (A, B, W, G, D, K) in the Arctic and circulation macrotypes (W, C, E) according to monthly means over the period 1939-1990.

rzyszy także spadek jej długości trwania. W przypadku formy W sytuacja jest odmienna. Obserwowanemu wzrostowi częstości występowania towarzyszy skrócenie jej trwania.

Literatura

- Aleksiejew G. W.** i in., 1991, Osobiennosti formirovanija klimata i jego izmieničnosti w poljarnoj klimaticzeskoj sistiemie atmosfera-morskoj lied-okiean, <w> Klimaticzeskij režim Arktiki na rubieżie XX i XXI ww., Gidromietieoizdat, Leningrad, s. 4-29.
- Budyko M. I.** i in., 1986, Globalnyje klimaticzeskije katastrofy, Gidromietieoizdat, Moskwa, ss. 159.
- Dydina Ł. A.**, 1958, O principach sostawlenija dołgosrocznych prognozow pogody małoj zablagowriemiennosti dla Arktiki, Trudy ANII, 215, ss. 269.
- Dydina Ł. A.**, 1982, Osobiennosti razwitija sinoptičeskich processow w Arktike i ispolzowanie w prognozach na sriednije sroki, Gidromietieoizdat, Leningrad, ss. 224.
- Girs A. A.**, 1960, Osnovy dołgosrocznych prognozow, Gidromietieoizdat, Moskwa, ss. 560.
- Girs A. A.**, 1971, Mnogolietnije koliebanija atmosfiernoj cirkuljacii i dołgosrocznyje gidromieteorologiczeskije prognozy, Gidromietieoizdat, Leningrad, ss. 279.
- Girs A. A.**, 1974, Makrocirkuljacionnyj metod dołgosrocznych mieteorologiczeskich prognozow, Gidromietieoizdat, Leningrad, ss. 488.
- Girs A. A.**, 1977, Osobiennosti projawlienija cirkuljacionnych epoch i ich stadija w miesjacach goda, Trudy AANII, 339, s. 5-25.
- Gruza G. W., Rańkowa E. J.**, 1980, Struktura i izmieničnost nabljudajemogo klimata. Tiempieratura wozducha siewiernogo połuszarija., Gidromietieoizdat, Leningrad, ss. 72.
- Gruza G. W.** i in., 1984, Osnownyje problemy monitoringa (diagnoza) klimata, Izv. AN SSSR. FAO, 20, 11, s. 1017-1026.
- Jäger J., Kellogg W. W.**, 1983, Anomalies in temperature and rainfall during warm Arctic seasons, Climatic Change, 5, s. 39-60.
- Jesierkiepowa I. B.**, 1982, Ispolzowanie nowych mietodow w monitoringie termiczeskiego rezima, <w> Issliedowanija Arktiki, Antarktikii Mirowogo okieana, Gidromietieoizdat, Leningrad, s. 56-64.
- Kelly P. M.** i in., 1982, Variations in surface air temperature, part 2. Arctic Regions, 1881-1980, Mon. Wea. Rev., 110, 2, s. 71-83.
- Monin A. S., Sziszkow J. A.**, Istorija klimata, Gidromietieoizdat, Leningrad, ss. 407.

- Przybylak R., Usowicz J.**, 1993, Zmienność temperatury powietrza w Atlantyckim regionie Arktyki, <w> Działalność Profesora Władysława Gorczyńskiego i jej kontynuacja, Sympozjum w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika Toruń, 16-17 września 1993 roku, Streszczenia referatów, s. 104-107.
- Wangengejm G. J.**, 1952, Osnovy makrocirkulacionnogo mietoda dołgosrocznych mieteorologiczeskich prognozow dlja Arktiki, Trudy ANII, 34, ss. 314.
- Wangengejm G. J.**, 1961, O stiepieni odnorodnosti atmosfiernoj cirkulacii razlicznych czastiej siewiernogo poluszarija pri osnownych formach W, E i C, Trudy AANII, 240, s. 4-23.
- Weller G.**, 1982, Polar problems in climate research: some comparisons between the Arctic and Antarctic, Aust. Met. Mag., 30.

VARIABILITY OF THE ATMOSPHERIC CIRCULATION IN THE ARCTIC OVER THE PERIOD 1939-1990

S u m m a r y

The paper presents variability of the atmospheric circulation in the Arctic over the period 1939-1990. In the analysis we have used groups of typical processes in the Arctic distinguished by Dydina (1958, 1982) as well as circulation macrotypes on the northern hemisphere according to the Wangenheim-Girs typology. The occurrence frequency of particular groups of circulation in the Arctic and circulation macrotypes for the period 1939-1990 and for each decade are computed. The same have been done for each month and season of the year (Table 1, Figs. 1 and 2). The variability of occurrence of these groups and macrotypes over the analysed period has been obtained using raw and 10-year running means. Additionally, the linear trends for the whole and 1961-1990 periods are drawn (Figs. 3 and 4).

In the second part of the paper we have analysed the duration of particular circulation groups in the Arctic and circulation macrotypes and their changes according to decade of the period 1939-1990. (Table 2, Fig. 5).

The main conclusion of the studies is that observed changes of the atmospheric circulation should cause a decrease of the air temperature in the Arctic in the near future.