

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
BIBLIOTEKA NAUKOWA

Nr

**PRACE
INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI**

ROK XV

ZESZYT 1(49)

WARSZAWA 1968

WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE

SPIS TRESCI

1. <i>Stefan Jasiński</i> — Zachowanie się warstwy jonosferycznej <i>F2</i> podczas zaćmienia słonecznego z dn. 15 lutego 1961 r.	3
2. <i>Sławoj Walaszek</i> — Zastosowanie ilorazowego testu sekwencyjnego do oceny stanu technicznego centrali telefonicznej	17
3. <i>Wiktor Pawłowski</i> — Wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na natężenie pola na pozahoryzontowej trasie morskiej	41
4. <i>Wiktor Pawłowski</i> — Korelacja współczynnika refrakcji i natężenia pola na troposferycznej trasie morskiej z uwzględnieniem typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju powietrza	55
5. <i>Wiktor Pawłowski</i> — O możliwości przewidywania warunków propagacji fal metrowych na podstawie typowych danych służby meteorologicznej	63

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>С. Ясиньски</i> — Поведение ионосферного слоя <i>F2</i> во время солнечного затмения 15 февраля 1961 г.	14
2. <i>С. Валяшек</i> — Применение испытаний выборочным методом для оценки технического состояния АТС	37
3. <i>В. Павловски</i> — Влияние типа атмосферной циркуляции и рода воздушной массы на напряженность поля на внегоризонтной морской трассе	53
4. <i>В. Павловски</i> — Корреляция коэффициента рефракции и напряженности поля на тропосферной морской трассе с учетом типа атмосферной циркуляции и рода воздуха	61
5. <i>В. Павловски</i> — О возможности предвидения условий распространения метровых волн на основании типовых данных метеослужбы	77

CONTENTS

1. <i>S. Jasiński</i> — Behaviour of the ionospheric <i>F2</i> layer during the solar eclipse on the 15-th February 1961	14
2. <i>S. Walaszek</i> — Application of the quotient sequential sampling for estimation the service performance of telephone exchanges	38
3. <i>W. Pawłowski</i> — Influence of the type of atmospheric air circulation and of the kind of air mass upon the field strength in a transhorizon sea propagation path	53
4. <i>W. Pawłowski</i> — Correlation between the refraction index and field strength in the tropospheric sea path, when the type of atmosphere air circulation and the kind of air mass are taken into account	61
5. <i>W. Pawłowski</i> — Forecast possibility of conditions of the meter waves propagation using the typical data of meteorological service	77

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRACE
INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

ROK XV

ZESZYT 1(49)

WARSZAWA 1968

WYDAWNICTWA NAUKOWO - TECHNICZNE

Komitet Redakcyjny
Redaktor Naczelny — *prof. mgr inż. Sylwester Jarkowski*

Redaktorzy działów:
adj. inż. Aleksy Brodowski, prof. mgr inż. Lesław Kędziński
Sekretarz Redakcji — *Janina Janicka*

Adres Redakcji:
Instytut Łączności, Warszawa — Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

Indeks 37 359

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Printed in Poland

Opracowano w Dziale Wydawniczym Instytutu Łączności

Redaktor techniczny *Bożenna Radzikowska*

WNT Warszawa 1969. Wydanie 1. Nakład 599 egz. Ark. wyd. 6,1. Ark. druk. 5,0 (6,65 A). Format B5. Papier ilustr. kl. V, 70 g. Cddano do składania 16. I. 69 r. Podpisano do druku w kwietniu 1963 r. Druk ukończono w kwietniu 1969 r. Symbol 80410 1NB. Cena 23 zł

Zakłady Graficzne im. M. Kasprzaka — Poznań 200 69 — G-1/315

STEFAN JASIŃSKI

551.510.535:523.78

ZACHOWANIE SIĘ WARSTWY JONOSFERYCZNEJ F_2 PODCZAS ZAĆMIENIA SŁONECZNEGO Z DN. 15 LUTEGO 1961 R *)

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 11.VII.1966 r.

Przebieg parametrów jonosfery podczas zaćmienia został, po odpowiednim zredukowaniu, porównany z reprezentatywnym przebiegiem tych parametrów podczas okresu kontrolnego.

Reakcję foF_2 na zaćmienie związane nie jak dotychczas z zaćmieniem optycznym, lecz z przebiegiem natężenia jonizacji opartym na modelu Słońca, utworzonym przez nas [1] w związku z analizą zachowania się warstwy E podczas tego samego zaćmienia. Stwierdzono, że na początku zaćmienia warstwa F_2 reagowała ok. 2,5 razy szybciej niż w okresie maksimum zaćmienia. Wysłunięto przypuszczenie, że zjawiska uboczne w jonosferze, tuszujące wpływ zmian natężenia jonizacji na maksymalną gęstość elektronową NmF_2 rozwijały się stopniowo w toku zaćmienia. Można to pogodzić z niedawno powstałą teorią związku koncentracji jonów molekularnych w atmosferze ze skutecznym współczynnikiem rekombinacji [2].

Po omówieniu charakteru zmian w warstwie F_2 podczas zaćmienia, wysunięto dezyderaty co do potrzeby dokonywania analizy zachowywania się tej warstwy w świetle aktualnego modelu Słońca i jego odległości zenitalnej.

1. WSTĘP

W poprzedniej pracy [1] zbadaliśmy szczegółowo zachowanie się warstwy jonosferycznej E obserwowanej w Warszawie (Miedzeszyn) podczas zaćmienia słonecznego w dniu 15 lutego 1961 r. Obecnie omówimy wyniki poczynionych wówczas obserwacji odnoszących się do obszaru F podczas tego samego zaćmienia.

*) Praca została opublikowana w Księdze Pamiątkowej „Wybrane Zagadnienia Elektroniki i Telekomunikacji”. PWN. Warszawa 1968 r.

Jak już podawaliśmy w wymienionej pracy, w czasie zaćmienia sondowanie odbywało się co 5^m, a w okresie 5 dób kontrolnych przed dniem zaćmienia i 5 dób kontrolnych po tym dniu — co 15^m.

Dane odnoszące się do obserwacji zaćmienia słonecznego są następujące:

Miejsce obserwacji: $\varphi = +52^{\circ}10'$; $\lambda = -21^{\circ}12'$

Wysokość miejsca obserwacji: 250 km

Wschód słońca: 06^h54^m.

Fazy zaćmienia podane są w tabl. 1.

Tablica 1

Fazy zaćmienia
(na wysokości 250 km)

Faza zaćmienia	1 początek	2, 3 maksimum	4 koniec
Moment (czas 15°E)	07 ^h 51 ^m .6	08 ^h 59 ^m .1	10 ^h 11 ^m .3
Wielkość zaćmienia:			
średnicy tarczy Słońca	0	0,824	0
powierzchni tarczy Słońca	0	0,781	0

Parametry przebiegu zaćmienia Słońca zostały obliczone i w sposób odpowiedni dla tych prac przedstawione w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego przez *dr Macieja Bielickiego*.

2. WARUNKI PANUJĄCE W WARSTWIE F2

Doba zaćmieniowa oraz każda doba kontrolna zostały zanalizowane pod względem zaburzenia jonosferycznego stosując kryteria podane w poprzedniej pracy. Wynikiem przeprowadzonej analizy stwierdzono, że:

1) doba zaćmieniowa była jonosferycznie spokojna,

2) podczas dób 18 i 19 lutego panowała burza jonosferyczna typu dwufazowego, wskutek czego doby te zostały wyłączone z zespołu dób kontrolnych.

Zmiany zachodzące w warstwie F2 podczas zaćmienia słonecznego są złożone i nie mogą być, jak dla warstwy E, matematycznie opisane za pomocą czapmanowskiego modelu jonizacji i rekombinacji w obecności szybkich zmian natężenia promieniowania jonizującego ze Słońca.

Zmiany maksymalnej gęstości elektronowej NmF2 w warstwie F2 podczas zaćmienia są mniejsze niż zmiany maksymalnej gęstości NmE warstwy E. Jednakże jak to już stwierdził Minn's [2] badając poprzednie zaćmienia, nawet w przypadkach gdy NmE nie zmienia się wskutek

zaćmienia, zawsze zachodzą znaczne zmiany w wysokościach rzeczywistych i rozkładach jonizacji wewnątrz całego obszaru F . Na zmiany rozkładów jonizacji oprócz zmian natężenia promieniowania jonizującego wpływają pojawiające się dodatkowe przemieszczenia elektronów (wiry elektronowe) wewnątrz warstwy.

Równanie ciągłości dla warstwy $F2$, jak wiadomo, może być przedstawione w postaci następującej [3]:

$$\frac{dN}{dt} = J(t)f(\chi, h) - \beta(h)N - M(h, t)$$

$$M(h, t) = \frac{d(Nv)}{dh},$$

gdzie:

$J(t)$ — natężenie promieniowania jonizującego Słońca, które w czasie zaćmienia jest funkcją czasu,

β — współczynnik strat elektronów,

h — wysokość miejsca obserwacji,

χ — odległość zenitalna Słońca,

M — człon wyrażający ruch elektronów,

v — prędkość pionowego przemieszczania się elektronów.

Powyższe równanie zaniedbuje poziomy dryf elektronów.

Dotychczas brak zgodności poglądów na budowę współczynnika strat elektronów z wysokością $\beta(h)$ oraz funkcji $f(\chi, h)$, opisującej zmianę powstawania jonów podczas pory dziennej na różnych wysokościach.

Według najnowszych poglądów [9] warstwa $F2$, w odróżnieniu od innych warstw jonosfery, powstaje i utrzymuje się w warunkach zmiennego skutecznego współczynnika rekombinacji, który może szybko zmieniać się w czasie. Zmiana ta tłumaczy się zmianą zawartości molekularnych jonów w atmosferze.

Jasne jest, że branie pod uwagę samych zmian Nm może niechybnie doprowadzić do błędnych wniosków co do zmiany strumienia jonizującego ze Słońca. Panujące złożone warunki nie pozwalają jeszcze obecnie na ilościowe określenie obserwowanych efektów w warstwie $F2$. Z tych właśnie względów dotychczasowe obserwacje obszaru F podczas poprzednich zaćmień słonecznych nie dały jednoznacznych wyników.

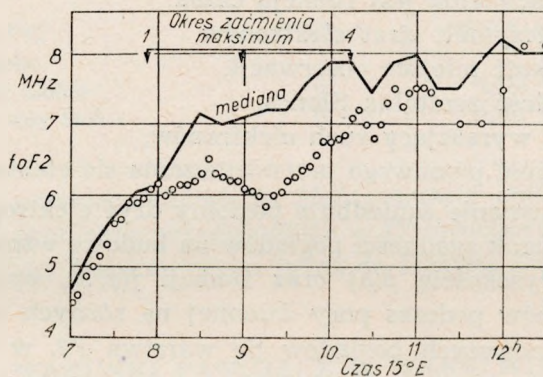
Niekorzystnym czynnikiem podczas obserwacji zaćmienia w Miedzeszynie była jego stosunkowo mała wielkość (0,78 powierzchni tarczy Słońca na wysokości 950 km), natomiast czynnikiem sprzyjającym analizie wyników była okoliczność, że zaćmienie rozpoczęło się w godzinę po wschodzie Słońca w zimie. O tej porze stan jonizacji warstwy $F2$ charakteryzuje się szybkim wzrostem wywołanym głównie przez stru-

mień promieniowania jonizującego ze Słońca, zmieniający się w niezwykle sposób pod wpływem zmniejszania się odległości zenitalnej Słońca i jednoczesnym przesłanianiu Słońca przez tarczę Księżyca, stwarzając warunki wybitnej nierównowagi fotochemicznej.

3. ZMIANY ROZKŁADU JONIZACJI W WARSTWIE F_2 PODCZAS ZAĆMIENIA

Przebieg zmierzonych częstotliwości krytycznych warstwy F_2 - foF_2 podczas zaćmienia oraz krzywa medialna tych częstotliwości dla okresu kontrolnego podane są na rys. 1.

Porównanie foF_2 w okresie zaćmienia z przebiegiem odpowiednich wartości medialnych dla dób kontrolnych wyraźnie wskazuje jej spadek.



Rys. 1. Przebieg częstotliwości krytycznej $foF_2(t)$ podczas zaćmienia oraz mediana okresu kontrolnego

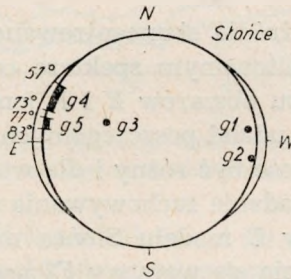
Wykazaliśmy w poprzedniej pracy [1], że największa depresja maksymalnej gęstości elektronowej NmE wyprzedzała maksimum zaćmienia optycznego o ok. 10^m , natomiast analogiczne zjawisko dla foF_2 wypadło znacznie później, a mianowicie o 15^m za maksimum zaćmienia optycznego. Względne obniżenie się wartości foE i foF_2 podczas zaćmienia w obu przypadkach wynosiło odpowiednio 43% i 20% od mediany dób kontrolnych.

Po pierwszej fazie zaćmienia daje się zauważyć przerwanie раннего wzrostu foF_2 . Jednakże w sąsiednich dobach kontrolnych występowały o tej porze podobne, lecz mniej zaznaczone zmiany częstotliwości krytycznej. O tej okoliczności donoszą również i inni badacze tego zaćmienia [4].

Na rysunku 1 widać, że krzywa medialna $foF2$ w godzinach zaćmienia jest łamana. Tłumaczy się to tym, że przebieg jonizacji w dobach kontrolnych był nieregularny.

Analizując zachowanie się $NmF2$ podczas zaćmienia można stwierdzić na rys. 3, że ranny wzrost jonizacji załamuje się raptownie o 08^h05^m, czyli w 10^m po pierwszym kontakcie.

W poprzedniej, cytowanej już pracy [1] odnoszącej się do tego samego zaćmienia uzasadniliśmy przebieg NmE istnieniem na tarczy słonecznej skoncentrowanych źródeł promieniowania jonizującego. Utworzony za pomocą powyższych danych model Słońca pozwolił uzyskać teoretyczną krzywą przebiegu $Nm(t)E$ zaćmienia, pokrywającą dane pomiarowe.



Rys. 2. Model Słońca z dnia 15 lutego 1966 r. (wg Jasińskiego [1])

Przyjęty przez nas model Słońca (rys. 2) składa się z tarczy o promieniu R , dwóch sierpów E i W utworzonych przez łuki kół o promieniu $r = 0,9 R$, ze środkiem przesuniętym od środka tarczy o $0,2 R$. Ponadto modelowe Słońce posiada następujące źródła skoncentrowanego promieniowania:

- $g1$ i $g2$ — dwa zidentyfikowane ogniska aktywności słonecznej w postaci grup plamowych wykazujących dużą aktywność,
- $g3$ — postulowane ognisko aktywności słonecznej,
- $g4$ i $g5$ — dwa zidentyfikowane obszary wykazujące w koronie słonecznej na wschodnim brzegu Słońca wzmocnione promieniowanie zielonego prążka 5303 Å.

Wspomniany model Słońca oraz względny udział poszczególnych źródeł promieniowania jonizującego na Słońcu, w zależności od skutecznego współczynnika rekombinacji α' dla warstwy E jonosfery został ustalony drogą kolejnych przybliżeń. Uzyskane wyniki są przedstawione w tabl. 2.

Jak wiadomo, jonizacja warstwy $F2$ odbywa się dzięki działaniu promieni z innej części spektru niż promienie jonizujące warstwę E . Można

Tablica 2

Udział poszczególnych źródeł promieniowania jonizującego na Słońcu,
w zależności od skutecznego współczynnika rekombinacji α' w warstwie E
(wg Jasińskiego [1])

Źródło promieniowania	α' [cm^3s^{-1}]		
	$1,5 \times 10^{-8}$	2×10^{-8}	4×10^{-8}
	%	%	%
Tarcza słoneczna	45	45	45
$g1 + g2$	29	26,5	24
$g3$	6,5	8	9
$g4 + g5$	3,5	4,5	6
Promieniowanie pozatarczowe	16	16	16

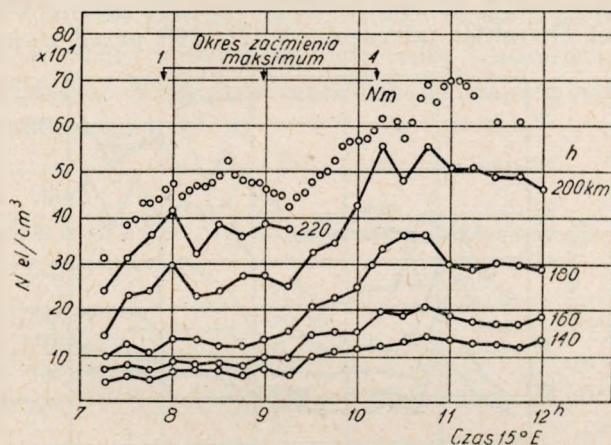
jednak przypuszczać, że źródła skoncentrowanego promieniowania jonizującego posiadają w emitowanym spektrze odpowiednie częstotliwości do jonizacji każdego z obu obszarów E i F jonosfery, z tym jednak zastrzeżeniem, że względny udział poszczególnych źródeł w procesie jonizacyjnym tych obszarów może być różny i dla warstwy F2 bardziej zmienny. Sądzymy jednak, że badanie zachowywania się warstwy F2 w świetle utworzonego dla warstwy E modelu Słońca może być bardzo pomocne przy analizie zachowywania się warstwy F2 podczas zaćmienia.

W celu wyjaśnienia zmian rozkładu jonizacji z wysokością podczas zaćmienia jonogramy zostały zredukowane z $f(h')$ na $N(h)$ za pomocą dziesięciopunktowej metody *Schmerlinga* [5], a następnie zostały sporządzone rodziny krzywych $N(t)$ przy parametrze h (rys. 3) oraz $h(t)$ przy parametrze N (rys. 4).

Natomiast z jonogramów dób kontrolnych były najpierw skonstruowane reprezentatywne krzywe $h'(f)$ graficzną metodą *Kinga* [6, 7] dla odstępów co 15^m okresu kontrolnego. Uzyskane krzywe po zredukowaniu do krzywych $h(N)$ wspomnianą metodą *Schmerlinga* pozwoliły na sporządzenie dla okresu kontrolnego analogicznych rodzin krzywych jak dla doby zaćmieniowej (rys. 5 i rys. 6).

Pierwszy kontakt Księżyca z tarczą Słońca zaszedł na wysokości miejsca obserwacji 250 km o 07^h51^m.6. Jak wykazała szczegółowa analiza, o 7^m później nastąpiło zasłonięcie dwu ognisk skoncentrowanego promieniowania $g1$ i $g2$ (rys. 2) oraz części postulowanego obszaru promieniowania pozatarczowego, co pociągnęło za sobą już w okresie pierwszych ośmiu minut zaćmienia raptowny spadek natężenia promieniowania całkowitego Słońca o ponad 25%. Warto zauważyć, że spadek tak znacznej części promieniowania jonizującego Słońca zaszedł, gdy optyczne zaćmienie osiągnęło zakrycie zaledwie 0,06 powierzchni tarczy słonecznej.

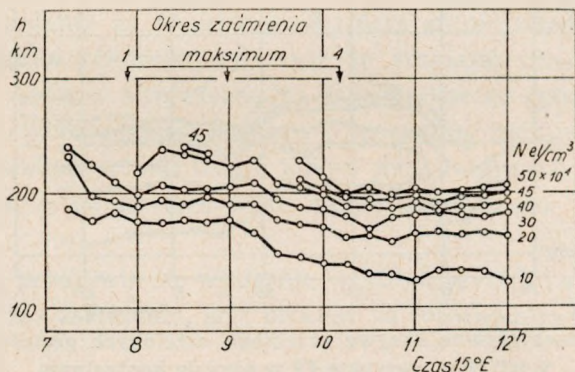
Takie szybkie zmniejszenie natężenia promieniowania wywołało przerwanie porannego wzrostu $NmF2$ i uderzająco szybko jak dla warstwy F2, reakcję w postaci jej spadku o 08^h00^m (czyli o 10^m później od



Rys. 3. Przebieg maksimum jonizacji $NmF2$ oraz gęstości elektronowej N na ustalonych wysokościach podczas zaćmienia

reakcji warstwy E). Spadek ten zakończył się o 08^h05^m , czyli w 5^m od pokrycia wspomnianych ognisk skoncentrowanego promieniowania $g1$ i $g2$.

Na rysunku 3 widać, że o 08^h00^m powstały, przeważnie w górnych poziomach warstwy F2, znaczne przemieszczenia elektronów. Potwierdza to również rys. 4, na którym wyraźnie występuje rozprężenie warstwy.

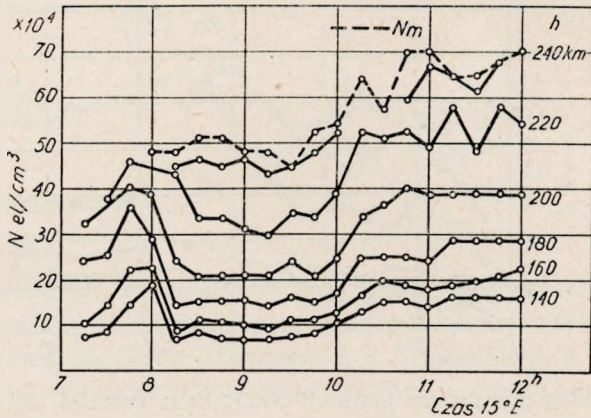


Rys. 4. Przebieg ustalonych gęstości elektronowych N w warstwie F2 podczas zaćmienia

Wspomniane przemieszczenia, jak można przypuszczać, nie tylko wstrzymały dalszy spadek $NmF2$ o 08^h05^m , lecz spowodowały dalszy jego wzrost aż do 08^h35^m , wbrew postępującemu spadkowi $J(t)$.

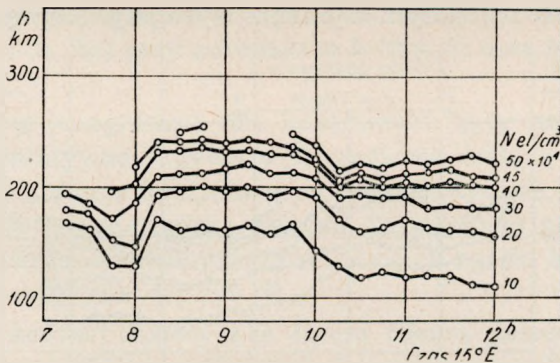
O 08^h35^m nastąpił przełom i $Nm(t)$ zaczęło się zmniejszać osiągając swoje minimum o 09^h15^m, czyli o 16^m później niż maksimum zaćmienia optycznego.

Należy zaznaczyć, że faza maksimum zaćmienia podobnie jak faza 1 miała również charakter uderzeniowy. Na 10^m przed maksimum zaćmie-



Rys. 5. Reprezentatywne krzywe przebiegu maksimum jonizacji $NmF2$ oraz gęstości elektronowej N na ustalonych wysokościach w okresie kontrolnym

nia optycznego zostały przez Księżyc odsłonięte źródła $g1$ i $g2$ (rys. 2) i najaktywniejsza część korony słonecznej przy wschodnim końcu równika W, natomiast zasłonięte jedynie słabe źródło $g5$. W wyniku dało to



Rys. 6. Reprezentatywne krzywe przebiegu ustalonych gęstości elektronowych N w warstwie $F2$ w okresie kontrolnym

szybki przyrost promieniowania jonizującego Słońca o ok. 25% promieniowania całkowitego.

W [1] wykazaliśmy, że wzrost natężenia, na który zareagowała warstwa E , nastąpił o 08^h50^m, wobec czego warstwa $F2$ zareagowała na wzrost tego natężenia z opóźnieniem ok. 25^m.

Można zauważyć, że dolna część warstwy F2 (tzn. poniżej Nm) reagowała na całej swej grubości jednocześnie podczas fazy początkowej i maksymalnej zaćmienia, natomiast zmiany N spowodowane zjawiskami dynamicznymi przejawiały się głównie na poziomach bliskich do Nm.

Reasumując, możemy obecnie zestawić czasy opóźnienia, które wykazało NmF2 względem NmE przy reakcjach na zmiany natężenia promieniowania jonizującego (tabl. 3).

Tablica 3

Reakcja NmE i NmF2 na fazy zaćmienia strumieniowego

Warstwa	Zaćmienie	
	początek	maksimum
E	07 ^h 50 ^m	08 ^h 50 ^m
F2	08 ^h 00 ^m	09 ^h 15 ^m
$\Delta F2$	+10 ^m	+25 ^m

Opierając się na powyższym zestawieniu można przypuszczać, że na początku zaćmienia warstwa reagowała 2,5 razy szybciej na zmiany natężenia jonizacji niż w okresie maksimum zaćmienia przy dużych jednakowych szybkościach zmiany tego natężenia.

Konsekwentnie, można by przypuszczać dalej, że zjawiska uboczne w jonosferze towarzyszące zaćmieniu i tuszujące wpływ zmian natężenia jonizacji na NmF2 rozwijają się stopniowo w toku zaćmienia.

Jeżeli przyjmiemy za słuszny mechanizm zmniejszania się skutecznego współczynnika rekombinacji wraz ze zmniejszeniem koncentracji molekularnych jonów w atmosferze [9], fakt większego opóźnienia reakcji warstwy na maksimum zaćmienia niż w początku zaćmienia może być tłumaczony spadkiem koncentracji jonów molekularnych w środkowej części zaćmienia, a co za tym idzie zmniejszeniem się współczynnika rekombinacji.

Zjawisko to przejawia się wydatnie wskutek szybkiej zmiany funkcji jonizującej podczas zaćmienia, gdy procesy są fotochemicznie nie zrównoważone.

Ponieważ dane z obserwacji w różnych miejscach tego zaćmienia [3] dają bardzo różne wyniki utrudniające uogólnienie, uważamy za bardzo wskazane porównywanie ze sobą wyników otrzymanych w różnych miejscach nie tylko w zależności od zaćmienia optycznego, lecz również w świetle wspólnego modelu Słońca przy uwzględnieniu drogi Księżyca i odległości zenitalnej Słońca.

4. REPREZENTATYWNY PRZEBIEG ROZKŁADU JONIZACJI W WARSTWIE F2 PODCZAS OKRESU KONTROLNEGO

Na rysunku 5 przedstawiona jest rodzina reprezentatywnych krzywych $N(t)$ na ustalonych wysokościach rzeczywistych h w obszarze od 140 do 240 km, dla zespołu dób kontrolnych. Natomiast rys. 6 podaje rodzinę reprezentatywnych krzywych $h(t)$ dla ustalonych gęstości elektronowych N w granicach od 10×10^4 do 50×10^4 el. cm^{-3} dla tych samych dób.

Na wymienionych wykresach łatwo można zauważyć, że około 08^h00^m następuje znaczne przejściowe, trwające ok. 2^h, podniesienie się wysokości poziomów N z towarzyszącym mu spadkiem gęstości elektronowej na wszystkich poziomach h wewnątrz warstwy, z wyjątkiem obszaru w pobliżu N_m , w którym N pozostaje względnie stałe.

To ранne podniesienie się poziomów charakterystyczne dla okresu kontrolnego (rys. 6) zostało przez rozwój zaćmienia stuszowane i nie zrekonstruowane po zaćmieniu. Poziomy N po zaćmieniu (rys. 4) znalazły się na mniejszych wysokościach niż przed zaćmieniem, co prawdopodobnie można tłumaczyć zahamowaną przez zaćmienie ekspansję termiczną w atmosferze.

Jak widać, skutki zjawisk zachodzących w jonosferze na skutek zaćmienia trwają jeszcze po skończonym zaćmieniu. Do powrotu warstwy F2 do stanu normalnego potrzebne jest przejście czynników jonizujących przez nocną część cyklu dobowego.

Należy wspomnieć, że *Serafinow* i *Taubenheim* [4] stwierdzili, że cały dzień po omawianym zaćmieniu w różnych miejscach $NmF2$ wykazywało wartości poniżej mediany.

Należy pamiętać, że nasze rozważania co do zachowania się warstwy F2 podczas okresu kontrolnego oparte są na krzywych reprezentatywnych, odzwierciedlających ogólny charakter przebiegu gęstości jonizacji odbywającego się na wysokościach różnych z doby na dobę w rozpatrywanym okresie, a nie wyrażających wartości medialnych omawianych parametrów.

5. WNIOSKI

Szybkość zmiany natężenia promieniowania jonizującego podczas pierwszej i środkowej fazy zaćmienia wpłynęła na uwydatnienie reakcji warstwy F2.

Można sądzić, że na początku zaćmienia warstwa reaguje z mniejszym opóźnieniem niż w fazach późniejszych. Nasuwa się więc przy-

puszczenie, że opóźnienia są wywołane przez zjawiska rozwijające się stopniowo w toku zaćmienia.

Dolna warstwa F2 reagowała na całej swej grubości jednocześnie podczas początkowej i maksymalnej fazy zaćmienia, natomiast zmiany N wywołane zjawiskami dynamicznymi przejawiały się głównie na poziomach zbliżonych do maksimum jonizacji.

Poziomy N po zaćmieniu znalazły się na mniejszych wysokościach niż przed zaćmieniem, co można tłumaczyć zahamowaniem przez zaćmienie ранней ekspansji termicznej atmosfery.

Skutki zjawisk zachodzących w jonosferze wskutek zaćmienia trwają po skończonym zaćmieniu. Do powrotu warstwy do stanu normalnego potrzebne jest przejście czynników jonizujących przez nocną część cyklu dobowego.

Dla umożliwienia porównywania przebiegów jonizacji w warstwie F2 podczas zaćmienia w różnych miejscach, uważamy za wskazane przedstawianie wyników nie tylko w zależności od zaćmienia optycznego, lecz również w świetle jednego modelu Słońca oraz uwzględnieniu drogi Księżycy i odległości zenitalnej Słońca.

* * *

Praca powstała wspólnym wysiłkiem Instytutu Łączności i Zakładu Geofizyki PAN.

Na zakończenie pragnę podziękować p. mgr Jackowi Jaworskiemu za interpretację jonogramów oraz p. Anieli Krawczykowej za ich redukcję.

WYKAZ LITERATURY

1. Jasiński S.: Eclipse effects on the ionospheric E-layer observed at Miedzeszyn on February 15th 1961. Acta Geoph. Polonica, Vol. X, nr 1, 1962, 225—237.
2. Minnis C. M.: The F2 layer during eclipses of 1952, 1954 and 1955. Solar eclipses and ionosphere. Pergamon press Ltd., 1956, £4.
3. Thomas J. O. and Robbins A. R.: Movements in the F2 layer of the ionosphere during some solar eclipses. Loc. cit. 81.
4. Serafimow K. und Taubenheim J.: Das F-Gebiet der Ionosphäre während der Sonnenfinsternis 1961 Feb. 15. Mber. Dt. Akad. W'ss, 5, H. 5, 1963 280—286.
5. Schmerling E. R. and Ventrice C. A.: Coefficients for the rapid reduction of h'-f records to N-h profiles without computing aids. J. Atmosph. Terr. Phys. 14, 1959, 249—261.
6. King G. A. M.: A convenient method of getting representative ionospheric heights. J. Geoph. Res. 65, no 5, 1960, 1623—1624.
7. URSI Inf. Bull., no 123, 1960, p. 39.
8. Daniłkin N. P.: Изменение ионизации в нижней половине области F в период солнечного затмения 15 февраля 1961 г. по наблюдениям в Ростове на-Дону. Результаты исследований по программе Междунар. геофиз. года. Ионосферные исследования. No 13. Izdat. Nauka, Moskwa 1964, str. 48—52.

9. Poliakov B. M. i Szczepkin Z. A.: Osobienności ieregularnych izmierienij ionizacii i strukturnyje parametry oblasti F2 ionosfiery. Riezultaty izsliedowanij po miezdunarodnym geofiziczeskim projekтам. Jonosfernnye izsliedowanija. Sbornik staciej No 14. Izdat. Nauka, Moskwa, 1965, str. 13—20.

C. Ясиньски

ПОВЕДЕНИЕ ИОНОСФЕРНОГО СЛОЯ F2 ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕ- НИЯ 15 ФЕВРАЛЯ 1961 Г.

Резюме

Ход параметров ионосферы во время затмения солнца был, после соответственного преобразования, сравнен с типовым ходом этих параметров за контрольный период.

Реакция $foF2$ на затмение была связана не, как до настоящего времени, с оптическим затмением, но с ходом интенсивности ионизации, основанным на модели солнца, построенной автором [1] в связи с анализом поведения слоя E во время этого же самого затмения солнца.

Получено, что в начале затмения слой F2 реагировал в ок. 2,5 раза быстрее, чем в период максимума затмения.

Выдвинуто предположение, что посторонние явления в ионосфере, затушывающие влияние изменений интенсивности ионизации на максимальную электронную плотность $NmF2$, постепенно развивались в ходе затмения.

Это можно связать с недавно созданной теорией связи концентрации молекулярных ионов в атмосфере с эффективным коэффициентом рекомбинации [9].

После представления характера изменений в слое F2 во время затмения было выдвинуто пожелание произвести анализ поведения этого слоя на базе актуально принятой модели солнца и его зенитного расстояния.

S. Jasiński

BEHAVIOUR OF THE IONOSPHERIC F2 LAYER DURING THE SOLAR ECLIPSE ON THE 15-TH FEBRUARY 1961

Summary

The course of ionospheric parameters during the solar eclipse after suitable reductions has been compared with the representative course of these parameters for the time of the adequate control period.

The response of $foF2$ to the solar eclipse has been associated, not as usually done before with optical eclipse, but with the course of ionisation intensity based on the model of the Sun proposed by the author [1] in connexion with an analysis of the behaviour of E layer during the same eclipse of the Sun.

It was stated that at the beginning of the eclipse F2 layer responded about 2,5 times quicker than in the time of the eclipse maximum.

Supposition is made that the secondary phenomena in the ionosphere obscuring the influence of the ionisation intensity changes on the maximal electron density $NmF2$, developed gradually in the course of the eclipse.

It is compatible with the lately arisen theory of relationship between molecular ion concentration in the atmosphere with the effective recombination coefficient [9].

After a character of the changes in $F2$ layer during the solar eclipse is discussed the usefulness of analysing of the behaviour of this layer in reference to the actual model of the sun and to its zenith angle has been stated.

S. Jasiński

COMPORTEMENT DE LA COUCHE IONOSPHERIQUE F2 AU COURS DE L'ÉCLIPSE DU SOLEIL, LE 15 FÉVRIER 1961

Résumé

Le parcours des paramètres ionosphérique au cours de l'éclipse du Soleil a été comparé, une réduction convenable faite, avec le parcours représentatif de tels paramètres pour la période de contrôle respective.

On a lié la réaction de la couche $foF2$, non pas avec le phénomène de l'éclipse optique du Soleil, comme on faisait jusqu'à présent, mais avec un parcours de l'intensité de ionisation en accord avec le modèle du Soleil conçu par l'auteur [1] par suite de l'analyse du comportement de la couche E au cours de la même éclipse.

On a constaté qu'au commencement de l'éclipse la couche $F2$ réagissait 2,5 fois plus vite qu'au moment de l'éclipse maximum.

La supposition est faite que les phénomènes secondaires de l'ionosphère diminuant l'influence des changements de l'intensité de ionisation sur la densité d'électrons maximum $NmF2$ se développent peu à peu au cours de l'éclipse même.

Ceci est d'accord avec une théorie récente concernant la liaison de la concentrations des ions moléculaires dans l'atmosphère avec le coefficient effectif de recombinaison [9].

Après avoir analysé le caractère des changements dans la couche $F2$, au cours de l'éclipse du Soleil, on a fait la proposition d'effectuer l'analyse du comportement de cette couche en rapport au modèle actuel du Soleil posé et à sa distance zénithale.

S. Jasiński

DAS VERHALTEN DER IONOSPHERISCHEN F2-SCHICHT WÄHREND DER SONNENFINSTERNIS AM 15 FEBRUAR 1961

Zusammenfassung

Nach dem entsprechenden Reduzieren wurde der Verlauf der Ionosphärenparameter während der Sonnenfinsternis mit dem repräsentativen Verlauf dieser Parameter in dem entsprechenden Kontrollzeitabschnitt verglichen.

Die Reaktion der $foF2$ auf die Sonnenfinsternis hat man nicht wie bisher mit der optischen Sonnenfinsternis, sondern mit dem Ionisationsintensitätsverlauf verbunden; dieser Verlauf wurde auf dem Sonnenmodell [1] gegründet, welches vom Verfasser im Zusammenhang mit der Analyse des Verhaltens der E -Schicht während derselben Sonnenfinsternis gebildet wurde.

Es wurde festgestellt, dass am Anfang der Sonnenfinsternis die $F2$ -Schicht ca. 2,5 mal schneller als im Zeitabschnitt des Finsternismaximums reagierte.

Man hat die Vermutung vorgebracht, dass die Nebenerscheinungen in der Ionosphäre, die den Einfluss der Ionisationsintensitätsänderungen auf die maximale Elektronendichte $NmF2$ verschleiern, sich allmählich im Verlauf der Sonnenfinsternis entwickelten.

Man kann es mit der vor kurzem entstandenen Theorie des Zusammenhanges zwischen der Molekularionenkonzentration in der Atmosphäre und dem effektiven Rekombinationsfaktor in Zusammenklang bringen [9].

Nach der Besprechung des Änderungscharakters in der $F2$ -Schicht während der Sonnenfinsternis hat man festgestellt, dass es unbedingt nötig ist, das Verhalten dieser Schicht hinsichtlich des aktuell angenommenen Sonnenmodells und ihres Zenithwinkels zu analysieren.

SŁAWOJ WALASZEK

654.151.2. : 654.153

ZASTOSOWANIE ILORAZOWEGO TESTU SEKWENCYJNEGO DO OCENY STANU TECHNICZNEGO CENTRALI TELEFONICZNEJ

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 14.II.1968 r.

Sprawność centrali telefonicznej można ocenić stosując metody statystyczne, a w szczególności test sekwencyjny. W pracy przedstawiono metodę planowania testu sekwencyjnego do badania central telefonicznych.

Wyprowadzono podstawową nierówność dla ilorazowego testu sekwencyjnego w przypadku, gdy liczba połączeń próbnych nie zakończonych rozmową z powodu uszkodzeń i braku zespołów połączeniowych ma rozkład *Poissona*.

Wyprowadzono równania linii decyzji oraz wprowadzono wykresy o współrzędnych ukośnych. Podano wzory na funkcję operacyjno-charakterystyczną oraz funkcję średniej liczby połączeń.

Stwierdzono, że liczba połączeń próbnych nie zależy od pojemności centrali telefonicznej, natomiast zależy od różnicy między dopuszczalną i rzeczywistą częstością błędnych połączeń.

1. WPROWADZENIE

Do analizy jakości usług centrali telefonicznej wykorzystuje się coraz szerzej metody statystyczne. Miarą jakości usług centrali telefonicznej są wielkości nazywane sprawnością użyteczną i usługową. Sprawność użyteczną centrali określa się jako stosunek ilości połączeń zakończonych rozmową do całkowitej ilości dokonanych połączeń.

Z punktu widzenia oceny stanu technicznego i sprawności usługowej centrali, interesują nas połączenia stracone na skutek wadliwie działających zespołów połączeniowych oraz braku wolnych zespołów połączeniowych. Na podstawie tych dwóch parametrów rozpatrywanych razem lub oddzielnie można dokonać oceny stanu technicznego centrali [1].

Metody statystyczne stosowane do oceny stanu technicznego centrali są oparte na metodzie reprezentacyjnej i polegają na pobraniu próby złożonej z pewnej ilości połączeń, z wszystkich połączeń realizowanych w centrali w rozważanym przedziale czasu.

Do pobierania próby w centrali telefonicznej opracowano urządzenia, zwane próbnikami dróg połączeniowych [2], [3], [4]. Próbnik wykonuje tzw. połączenia próbne przeznaczone wyłącznie do badania centrali i rejestruje liczbę połączeń, które nie zostały zrealizowane z powodu niesprawności urządzeń technicznych centrali lub z powodu braku wolnych zespołów połączeniowych. Program pracy próbnika, który polega na ustaleniu kolejności wykonywania poszczególnych połączeń próbnych, powinien być tak ułożony, by każdy zespół połączeniowy miał jednakowe prawdopodobieństwo wejścia do próby [5].

Metoda statystyczna, którą można zastosować do oceny pracy centrali telefonicznej, powinna spełniać następujące podstawowe założenia[6]:

— dokładność metody powinna być dobrana do wymagań stawianych centrali telefonicznej;

— liczba próbnych połączeń potrzebna do wydania decyzji powinna być jak najmniejsza;

— opracowanie wyników z pobranych prób powinno być proste i szybkie;

— wyniki opracowania dla obsługi centrali powinny być oczywiste.

Analizując możliwe do wykorzystania testy statystyczne, takie jak test z pojedynczym pobieraniem próby, test z podwójnym pobieraniem próby, test z wielokrotnym pobieraniem próby oraz test sekwencyjny można stwierdzić, że test sekwencyjny najlepiej spełnia wymienione wyżej wymagania.

Zasadnicze cechy testu sekwencyjnego można określić w następujący sposób:

— ilość doświadczeń, które mają być wykonane w procesie badania nie jest z góry określona (we wszystkich innych testach liczność próbki określa się przed rozpoczęciem badania);

— decyzja o zakończeniu badania w dowolnym momencie zależy od wyników ostatniego doświadczenia i poprzednich doświadczeń;

— liczba doświadczeń potrzebnych do wydania decyzji jest znacznie mniejsza w porównaniu z innymi metodami niesekwencyjnymi o tej samej dokładności, ale opartymi na z góry określonej liczbie doświadczeń;

— sekwencyjny test ilorazowy w porównaniu z dowolnym innym testem sekwencyjnym lub niesekwencyjnym, wykazuje najmniejszą średnią liczbę obserwacji, potrzebnych do wydania decyzji.

Ilorazowy test sekwencyjny umożliwia również dobranie dokładności w zależności od potrzeb. Statystyczne opracowanie wyników jest proste, gdyż można przygotować odpowiednie tablice lub wykresy przed badaniem, a w czasie badania wynik natychmiast jest widoczny.

Tak więc można stwierdzić, że ilorazowy test sekwencyjny dobrze spełnia postawione wymagania.

Celem tej pracy jest określenie wzorów i metodyki obliczania, umożliwiających opracowanie planu badania centrali telefonicznej za pomocą ilorazowego testu sekwencyjnego. Wychodząc z teorii analizy sekwencyjnej Walda [7] i pracy Hamakera [6] określono wzory dla rozważanego przypadku, wprowadzono pewne uproszczenia i podano przykłady, w których zastosowano wprowadzone zależności.

2. POJĘCIA PODSTAWOWE

Ocena stanu technicznego centrali telefonicznej polega na sprawdzeniu hipotezy, że centrala pracuje lepiej lub gorzej niż zakładano albo, że liczba połączeń nie zakończonych rozmową z powodu uszkodzeń lub zbyt małej ilości zespołów połączeniowych, oznaczana symbolem C_b , jest mniejsza lub większa od dopuszczalnej. Wielkość C_b nazywać będziemy liczbą błędów.

Taka hipoteza statystyczna, odnosząca się do nieznanego rozkładu populacji połączeń nie zakończonych rozmową, nie może być sprawdzana (weryfikowana) na podstawie próby pobranej z badanej populacji.

Zakładamy, że w czasie pobierania próby stosunek C_b do całkowitej liczby wykonanych połączeń C_c jest w przybliżeniu stały w kolejnych odcinkach czasu.

Częstość błędów w centrali telefonicznej określamy jako

$$p = \frac{C_b}{C_c}$$

Liczba p podaje prawdopodobieństwo występowania błędu, gdy zostanie wykonane jedno połączenie i jest określana na podstawie badań eksploatacyjnych.

Przez p_0 oznaczać będziemy największą dopuszczalną częstość błędów przyjętą dla danej centrali telefonicznej.

Oczywiście każde badanie, które nie obejmuje wszystkich połączeń, może doprowadzić do błędnej decyzji. Ponieważ jednak badanie wszystkich połączeń w centrali telefonicznej byłoby zbyt kosztowne, zgadzamy się na pewne ryzyko podjęcia decyzji niewłaściwej.

Należy więc ilościowo określić największe ryzyko, jakie można do-

puścić przy ocenie jakości usług centrali telefonicznej metodą statystyczną.

Przy ocenie centrali możemy rozróżnić trzy przypadki:

— jeżeli $p = p_0$, to częstość błędów jest równa częstości dopuszczalnej i tutaj jest obojętne, jaka będzie decyzja;

— jeżeli $p > p_0$, to należy podjąć decyzję, że centrala pracuje gorzej niż zakładano; ta decyzja będzie tym pewniejsza, im p jest większe od p_0 ;

— jeżeli $p < p_0$, to należy przyjąć, że centrala pracuje lepiej niż zakładano i im p jest mniejsze od p_0 , to ta decyzja jest pewniejsza.

Jest jednak jasne, że jeżeli p będzie nieznacznie większe lub mniejsze od p_0 , to podjęcie decyzji, że centrala pracuje lepiej lub gorzej niż zakładano, będzie błędem nie mającym praktycznego znaczenia. Dlatego jest możliwe określenie dwóch takich wielkości p_1 i p_2 , spełniających warunek

$$p_1 < p_0 < p_2,$$

ze przyjęcie centrali za pracującą gorzej niż zakładano uznaje się za błąd z praktycznymi następstwami tylko wówczas, jeżeli $p \leq p_1$, a przyjęcie centrali za pracującą lepiej niż zakładano uznaje się jako błąd mający praktyczne następstwa tylko wówczas, gdy $p \geq p_2$. Jeżeli $p_1 < p < p_2$, to nie obawiamy się, jaka decyzja będzie podjęta, gdyż w każdym przypadku błąd nie będzie miał praktycznego znaczenia.

Po wybraniu p_1 i p_2 , przystępujemy do określenia dopuszczalnego ryzyka związanego z przyjęciem błędnej decyzji.

Przyjmujemy, że prawdopodobieństwo uznania centrali za lepszą niż zakładano nie powinno przekroczyć pewnej ustalonej wielkości β , gdy $p \geq p_2$, tzn. gdy w rzeczywistości centrala pracuje gorzej niż zakładano. Analogicznie, prawdopodobieństwo uznania centrali za gorszą niż zakładano nie powinno być większe od ustalonej małej wielkości α , gdy $p \leq p_1$, tzn. gdy w rzeczywistości centrala pracuje lepiej niż zakładano.

Wszystkie cztery podane wyżej wyjściowe wielkości p_1 , p_2 , α i β określa się na podstawie dłuższych badań i pomiarów central telefonicznych, a więc wybór tych wielkości nie jest zagadnieniem statystycznym. Czynniki wpływające na wybór tych parametrów są szerzej dyskusowane w pracy [6].

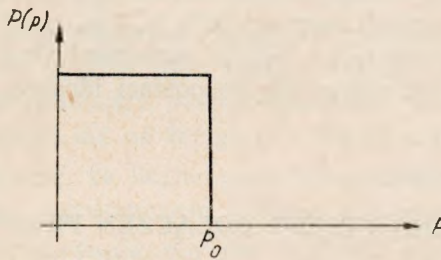
3. FUNKCJA OPERACYJNO-CHARAKTERYSTYCZNA TESTU SEKWENCYJNEGO

Skuteczność każdego testu statystycznego, a więc również sekwencyjnego, ocenia się zwykle za pomocą jego funkcji operacyjno-charakterystycznej, zwanej w skróceniu funkcją OC. Funkcja OC podaje, jak

dobrze dany test odpowiada swemu przeznaczeniu, tj. przyjęciu właściwej decyzji.

Ponieważ funkcja OC oznaczona symbolem $P(p)$ określa prawdopodobieństwo przyjęcia hipotezy sprawdzanej, idealna funkcja OC powinna być równa jedności dla wszystkich wartości p zgodnych z hipotezą sprawdzaną oraz równa zero dla pozostałych wartości p .

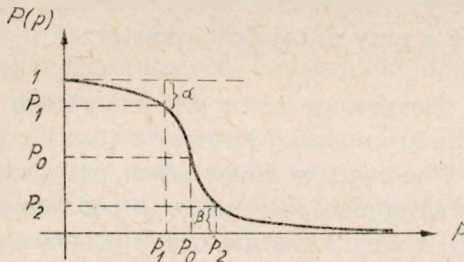
Idealny kształt funkcji OC podano na rys. 1.



Rys. 1. Idealna postać funkcji OC

Praktycznie osiągnięcie takiego kształtu funkcji OC jest niemożliwe; staramy się jednak zastosować taki test, którego funkcja OC jest jak najbliższa idealnej.

Czym bliższa jest rzeczywista postać funkcji OC do opisanej idealnej postaci i czym mniejsza jest średnia ilość połączeń koniecznych do podjęcia decyzji, tym lepszy jest dany test. Są to jednak wymagania przeciwne, gdyż im bardziej chcemy się zbliżyć do idealnej postaci funkcji OC, tym więcej musimy wykonać połączeń.



Rys. 2. Funkcja OC testu statystycznego

Dlatego należy zawsze najpierw sformułować wymagania odnoszące się do funkcji OC i dalej rozważać tylko te testy, które spełniają te wymagania. Z tych testów wybieramy następnie takie, dla których średnia ilość koniecznych obserwacji jest najmniejsza.

Na podstawie podanych poprzednio zależności dotyczących p_1 i p_2 , wymagania dotyczące funkcji OC określamy w następujący sposób:

— dla wszystkich p położonych w obszarze dobrej pracy centrali zachodzi $P(p) \geq 1 - \alpha$;

— dla wszystkich p położonych w obszarze złej pracy centrali mamy $P(p) \leq \beta$.

Na rysunku 2 podano przykład funkcji OC, dla której obszar przyjęcia hipotezy (dobrej pracy centrali) określa się nierównością $p \leq p_1$, a obszar złej pracy centrali nierównością $p \geq p_2$, przy założeniu $p_1 < p_2$.

Z tego rysunku jest jasne, że dla mniejszej wartości α i β , postać rzeczywistej funkcji OC zbliży się do postaci idealnej (gdy p_1 i p_2 mało się różnią i są stałe).

4. ŚREDNIA LICZBA POŁĄCZEŃ PRÓBNYCH

Do charakteryzowania danego testu sekwencyjnego służy również funkcja średniej liczby obserwacji, potrzebnych do wydania decyzji. Średnia liczba obserwacji przedstawia cenę, jaką płacimy za podjęcie określonej decyzji, wyrażoną liczbą połączeń próbnych dokonanych w procesie badania centrali telefonicznej. Średnia liczba obserwacji umożliwia ocenę danego testu sekwencyjnego w porównaniu z innymi testami, jak również podaje, kiedy można się spodziewać zakończenia badania.

Oznaczamy przez n ilość połączeń, które należy wykonać, aby podjąć decyzję przy stosowaniu testu sekwencyjnego. Oczywiście n jest zmienną losową, gdyż powtarzając ten sam proces sekwencyjnego badania tej samej hipotezy, otrzymamy różne wartości n . Interesująca jest tutaj średnia wartość n przy dużej ilości powtórzeń tego samego sekwencyjnego testu.

Dla dowolnego ilorazowego testu sekwencyjnego średnia wartość n zależy tylko od rozkładu zmiennej losowej x (tutaj $x = C_b$ dla populacji połączeń próbnych). Ponieważ w omawianym przypadku rozkład zmiennej x jest określany za pomocą parametru p podającego częstość błędów centrali telefonicznej, a więc i średnia liczba połączeń próbnych potrzebnych do wydania decyzji będzie zależeć od p .

W centrali telefonicznej liczba połączeń w pobieranej próbie jest duża i dlatego stosuje się grupowanie połączeń próbnych. Grupowanie polega na tym, że analizę wyników i próbę podjęcia decyzji nie wykonujemy po każdym połączeniu próbnym, lecz po każdej grupie liczącej v połączeń.

Wynika to z konieczności wykonania pełnego cyklu połączeń prób-

nych, gdyż niepełny cykl połączeń nie zapewnia dostępu do wszystkich zespołów poddanych badaniom i wynik nie ma wówczas wartości statystycznej [5].

Stąd wynika oczywiście, że stosowanie w omawianym przypadku testu sekwencyjnego w postaci klasycznej, tzn. dokonując obliczeń i próbując podjąć decyzję po każdym połączeniu próbnym, jest z powyższych względów pozbawione sensu. Stosowanie grupowania jest więc tutaj nie tylko uzasadnione, ale również konieczne.

Jeżeli każda grupa zawiera v połączeń próbnych, a badanie sekwencyjne indywidualne (gdyby było możliwe) zakończyłoby się na n -tym połączeniu, to w przybliżeniu można oczekiwać, że badanie grupowe zakończy się nie później niż na tej grupie, do której wchodzi n .

Stąd należy sądzić, że liczba połączeń potrzebnych do podjęcia decyzji przy stosowaniu grupowania, średnio nie będzie większa od $n + v$.

W zasadzie grupowanie nie ma wpływu na poprawność decyzji. Jednak wzory podane dalej na średnią licznosc próbki do czasu przeprowadzenia dokładniejszej analizy matematycznej należy traktować jako przybliżone. Wynika to z faktu, że w centrali telefonicznej losowanie każdego elementu próbki nie obejmuje całej populacji badanej.

5. ROZKŁAD BŁĘDÓW

Aby ułożyć plan badania centrali za pomocą testu sekwencyjnego i określić potrzebne wzory, należy znać rozkład prawdopodobieństwa występowania błędów w czasie realizacji połączeń, zwany w skróceniu rozkładem błędów i oznaczany $P(x, p)$. Tutaj x oznacza liczbę błędów, a p częstość błędów.

Próbniki dróg połączeniowych realizuje kolejno połączenia próbne i jeżeli przez z_i oznaczymy wynik realizacji i -tego połączenia, to nasza zmienna losowa z_i może przyjmować tylko dwie wartości; $z_i = 1$, gdy i -te połączenie nie zostało zakończone rozmową, oraz $z_i = 0$ w odwrotnym przypadku. Jeżeli p oznacza częstość występowania błędów w czasie kolejnych połączeń, tzn. gdy $P(z_i = 1) = p$ i $P(z_i = 0) = 1 - p$, to prawdopodobieństwo otrzymania próbki o kolejnych wartościach (z_1, z_2, \dots, z_n) określa się wzorem

$$p^x(1-p)^{n-x}$$

gdzie jak poprzednio, x oznacza liczbę $z_i = 1$ w próbie, czyli liczbę połączeń próbnych nie zakończonych rozmową, gdy zostało wykonane n połączeń.

Prawdopodobieństwo otrzymania próbki o dowolnej kombinacji z n po x będzie oczywiście wyrażone przez rozkład dwumianowy

$$P(x,p) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad (1)$$

Ponieważ dla centrali telefonicznej słuszne są założenia *Poissona*, tzn. n jest duże, a p małe, wobec tego rozkład (1) przechodzi w rozkład *Poissona*

$$P(x,p) = \frac{(np)^x}{x!} e^{-np} \quad (2)$$

Otrzymany wzór (2) jest szukanym rozkładem prawdopodobieństwa występowania błędów w czasie dokonywania połączeń próbnych w centrali telefonicznej.

6. ILORAZOWY TEST SEKWENCYJNY

Niech H_0 oznacza hipotezę sprawdzaną $p = p_1$, a H_1 hipotezę alternatywną $p = p_2$. Tak więc rozkład $P(x, p)$ jest równy $P(x, p_1)$, gdy prawdziwa jest hipoteza H_0 (centrala pracuje prawidłowo), lub równy $P(x, p_2)$, gdy prawdziwa jest hipoteza H_1 (centrala pracuje gorzej niż zakładano).

Wyniki obserwacji kolejnych połączeń oznaczamy przez z_1, z_2, \dots . Dla dowolnej dodatniej liczby n , prawdopodobieństwo otrzymania próbki z_1, z_2, \dots, z_n określa się wyrażeniem

$$p_{1n} = P(z_1, p_1) \cdot P(z_2, p_1) \dots P(z_n, p_1)$$

gdy jest prawdziwa hipoteza H_0 oraz wyrażeniem

$$p_{2n} = P(z_1, p_2) \cdot P(z_2, p_2) \dots P(z_n, p_2)$$

gdy jest prawdziwa hipoteza H_1 . Wynika to z niezależności kolejnych połączeń próbnych.

Ilorazowy test sekwencyjny do oceny hipotezy H_0 względem hipotezy H_1 określa się w następujący sposób.

Wybiera się dwie dodatnie liczby A i B spełniające warunek $A > B$. Po każdym pojedynczym połączeniu oblicza się stosunek prawdopodobieństw p_{2n}/p_{1n} . Jeżeli stwierdzi się, że

$$B < \frac{p_{2n}}{p_{1n}} < A, \quad (3)$$

to badanie trwa dalej i należy wykonać następne połączenie (lub grupę połączeń). Natomiast, gdy wynik będzie zgodny z nierównością

$$\frac{p_{2n}}{p_{1n}} \geq A, \quad (4)$$

to badanie kończy się odrzuceniem hipotezy H_0 , czyli zostaje przyjęta hipoteza H_1 . Wreszcie gdy

$$\frac{p_{2n}}{p_{1n}} \leq B, \quad (5)$$

to proces kończy się przyjęciem hipotezy H_0 . Stałe A i B należy tak dobrać, aby test miał żądane własności.

W praktyce wygodniej jest obliczać logarytm stosunku p_{2n}/p_{1n} , ponieważ mamy wówczas dodawanie pewnej ilości składników, a więc:

$$\ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} = \ln \frac{P(z_1, p_2)}{P(z_1, p_1)} + \dots + \ln \frac{P(z_n, p_2)}{P(z_n, p_1)} = \sum_{i=1}^n \ln \frac{P(z_i, p_2)}{P(z_i, p_1)} \quad (6)$$

Tak więc zamiast nierówności (3), (4), (5) mamy teraz

$$\ln B < \ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} < \ln A, \quad (7)$$

$$\ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} \geq \ln A, \quad (8)$$

$$\ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} \leq \ln B \quad (9)$$

Udowodniono [7], że w praktyce można przyjąć następujące określenia wielkości A i B :

$$A = \frac{1-\beta}{\alpha} \quad \text{oraz} \quad B = \frac{\beta}{1-\alpha} \quad (10)$$

Wówczas prawdopodobieństwo odrzucenia hipotezy H_0 , gdy jest ona prawdziwa, czyli tzw. błąd pierwszego rodzaju nie będzie większy niż α , a prawdopodobieństwo przyjęcia hipotezy H_0 , gdy jest ona fałszywa, czyli tzw. błąd drugiego rodzaju nie będzie większy niż β . Można powiedzieć, że jeżeli wykonamy szereg badań, to α podaje, jaka jest część błędnych decyzji, gdy prawdziwa jest hipoteza H_0 , a β podaje część fałszywych decyzji, gdy prawdziwa jest hipoteza H_1 .

7. NIERÓWNOŚĆ PODSTAWOWA

Aby uzyskać podstawową nierówność testu sekwencyjnego dla rozważanego przypadku badania centrali telefonicznej, do zależności (6) podstawiamy wartości prawdopodobieństw kolejnych elementów próbki. Po wymnożeniu otrzymamy

$$\ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} = \ln \frac{p_2^x (1-p_2)^{n-x}}{p_1^x (1-p_1)^{n-x}}$$

Po pomnożeniu licznika i mianownika prawej strony tej zależności przez $\left(\frac{n}{x}\right)$ i wprowadzeniu założeń, że n jest duże i p małe, przechodzimy w liczniku i mianowniku do wzorów o postaci (2):

$$\ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} = \ln \frac{(np_2)^x}{x!} e^{-np_2}}{\frac{(np_1)^x}{x!} e^{-np_1}}$$

Po wykonaniu odpowiednich przekształceń

$$\ln \frac{p_{2n}}{p_{1n}} = n(p_1 - p_2) + x \ln \frac{p_2}{p_1} \quad (11)$$

Jeżeli zależność (11) wstawimy do (7), otrzymamy nierówność:

$$\ln \frac{\beta}{1-\alpha} < n(p_1 - p_2) + x \ln \frac{p_2}{p_1} < \ln \frac{1-\beta}{\alpha} \quad (12)$$

Po rozwiązaniu nierówność ta przyjmie następującą postać:

$$\frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{p_2}{p_1}} + n \frac{p_2 - p_1}{\ln \frac{p_2}{p_1}} < x < \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_2}{p_1}} + n \frac{p_2 - p_1}{\ln \frac{p_2}{p_1}} \quad (13)$$

Wprowadzamy oznaczenia

$$P_1(p) = P_1 = 1 - \alpha \quad P_2(p) = P_2 = \beta$$

A więc ostatecznie nierówność podstawowa ma postać

$$\frac{\ln \frac{P_2}{P_1}}{\ln \frac{p_2}{p_1}} + n \frac{p_2 - p_1}{\ln \frac{p_2}{p_1}} < x < \frac{\ln \frac{1-P_2}{1-P_1}}{\ln \frac{p_2}{p_1}} + n \frac{p_2 - p_1}{\ln \frac{p_2}{p_1}} \quad (14)$$

8. DYSKUSJA NIERÓWNOŚCI PODSTAWOWEJ

Z nierówności (14) wynika, że jeżeli ilość połączeń nie zakończonych rozmową oznaczona symbolem x będzie się mieścić w podanych granicach, to żadna z dwóch możliwych decyzji nie będzie miała wyraźnego pierwszeństwa.

Dopuszczalne granice wartości x zależą od przyjętych wartości P_1 , P_2 , p_1 , p_2 oraz zmniejszają się wraz ze zmianą liczby połączeń próbnych n .

Wybór wartości P_1 , P_2 , p_1 , p_2 odpowiada przyjęciu dwóch punktów (P_1, p_1) i (P_2, p_2) na krzywej funkcji OC , co wynika z rys. 2.

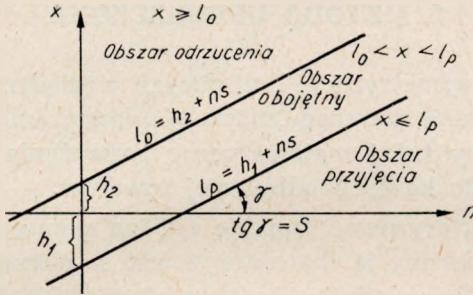
Nierówność (14) można w skróceniu zapisać w postaci

$$h_1 + ns < x < h_2 + ns \quad (15)$$

lub

$$\begin{aligned} l_p &= h_1 + ns \\ l_o &= h_2 + ns \end{aligned} \quad (16)$$

Są to równania prostych o jednakowym współczynniku nachylenia s oraz o różnych wartościach h_1 i h_2 odłożonych na osi rzędnych. Zależności te można przedstawić w postaci wykresu (rys. 3).



Rys. 3. Wykres klasyczny testu sekwencyjnego

W rozważanym przypadku mamy do czynienia ze zmiennymi losowymi dyskretnymi, jednak dla przejrzystości wykresy będą rysowane jako ciągłe. Wprowadzono oznaczenia

- l_p — linia przyjęcia lub liczba przyjęcia,
- l_o — linia odrzucenia lub liczba odrzucenia.

Ponieważ α i β są małe, więc $\frac{\beta}{1-\alpha} < 1$ i $\frac{1-\beta}{\alpha} > 1$, $h_1 < 0$,

$h_2 > 0$ i $s > 0$, co uwzględniono na rysunku.

Procedura przy korzystaniu z podanych wyżej zależności będzie następująca. Przed rozpoczęciem połączeń próbnych, na podstawie wzoru (14) przygotowujemy tablicę (tabl. 2 na str. 50) zawierającą wartości liczb przyjęcia i odrzucenia (l_p i l_o) dla kolejnych n lub wykres podany na rys. 3. Następnie wykonuje się kolejne grupy połączeń próbnych i po każdej grupie połączeń podejmuje się jedną z następujących decyzji:

- jeżeli $l_p < x < l_o$, to należy wykonać następną grupę połączeń;
- jeżeli $x \geq l_o$, to uznajemy centralę za gorszą niż zakładano i należy przystąpić do badań systematycznych oraz naprawy sprzętu;
- jeżeli $x \leq l_p$, to uznajemy centralę za lepszą niż zakładano i można przerwać na pewien czas wykonywanie połączeń próbnych.

Jeżeli korzystamy z wykresu, to po wykonaniu każdej grupy po-

łączeń nanosimy na wykres jeden punkt o współrzędnych (x, n) . Jeżeli nanoszone punkty znajdują się pomiędzy liniami $l_p \div l_0$, to badanie prowadzmy dalej. Jeżeli jeden punkt trafi w obszar $x \geq l_0$ lub $x \leq l_p$, to podejmujemy decyzję odrzucenia lub przyjęcia hipotezy.

Wykres podany na rys. 3 można zrealizować nieco inaczej, jeżeli na osi poziomej zamiast n , będziemy odkładać $n s$. Wówczas $\operatorname{tg} \gamma = 1$, nachylenie linii będzie równe 45° oraz współrzędne punktów nanoszonych na wykres są teraz (x, sn) .

9. METODA UPROSZCZONA

Wprowadzając symetryzację linii decyzji względem początku układu współrzędnych, można uzyskać znaczne uproszczenie wzorów i obliczeń. Wykorzystamy tutaj matematyczne rozważania podane w pracy [8], odnoszące się do kontroli odbiorczej towarów.

Zamiast charakteryzować funkcję OC za pomocą dwóch punktów (P_1, p_1) , (P_2, p_2) , będziemy ją charakteryzować za pomocą jednego punktu (P_0, p_0) oraz względnego współczynnika nachylenia h_0 funkcji OC w tym punkcie. Współczynnik h_0 określamy zależnością:

$$h_0 = - \left(\frac{p \, dP}{P \, dp} \right)_{p=p_0} = - \frac{p_0}{P_0} S_0 \quad (17)$$

gdzie S_0 jest nachyleniem funkcji OC w punkcie (P_0, p_0) .

Punkt (P_0, p_0) jest wybrany w ten sposób, że

$$P_0(p_0) = P_0 = 0,5$$

Z tego warunku wynika symetryczność linii decyzji względem początku układu, co dalej wyjaśnimy.

Aby wykonać omówioną zamianę parametrów w równaniu (14) zastępujemy P_1 przez P_0 , p_1 przez p_0 , p_2 przez $P_0(1 - \delta)$, p_2 przez $p_0(1 + \delta/h_0)$ i przechodzimy do granicy przy δ malejącym do zera. Stosując regułę *d'Hospitala* otrzymamy nowe równania linii decyzji w postaci:

$$\begin{aligned} l_p &= -h_0 + n p_0 \\ l_0 &= \lambda h_0 + n p_0 \end{aligned} \quad (18)$$

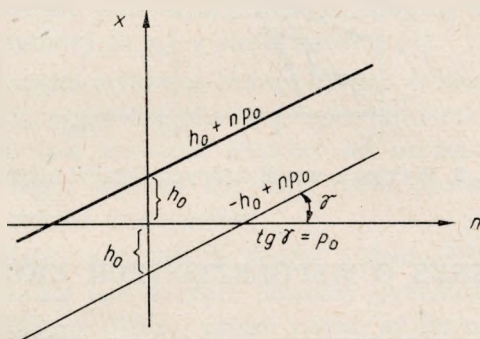
gdzie $\lambda = \frac{P_0}{1 - P_0}$.

Teraz widzimy wyraźnie, że rzeczywiście, jeżeli $l_0 = 0,5$, to $\lambda = 1$ i obie linie decyzji będą symetryczne względem początku układu.

Ostatecznie uproszczone wzory na linie decyzji można zapisać w postaci

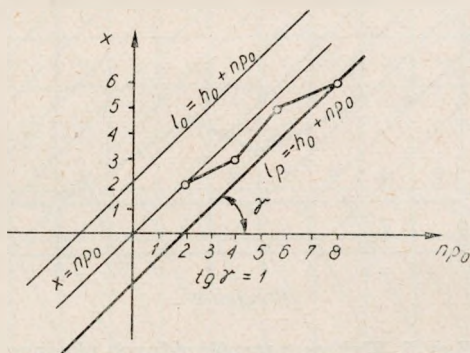
$$l_d = \pm h_0 + n p_0 \quad (19)$$

Stosowanie powyższego wzoru sprowadza obliczenia, w porównaniu z wzorem (14), do zupełnie prostych czynności, gdyż h_0 i p_0 są znanymi stałymi, a jedyną zmienną jest n . Czynnikiem $n p_0$ oznacza dla każdego n przewidywaną liczbę błędów. Jak wspomniano poprzednio, największą



Rys. 4. Wykres symetryczny względem początku układu

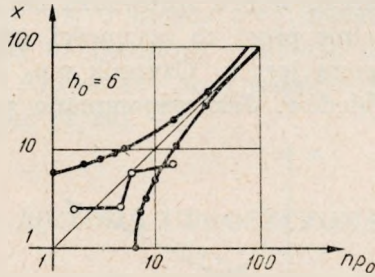
dopuszczalną częstość błędów p_0 wyznaczamy na podstawie badań i pomiarów eksploatacyjnych. Natomiast h_0 zależy od P_0 , p_0 i S_0 , czyli od wyboru punktu (P_0, p_0) oraz od nachylenia funkcji OC równego S_0 . Linie decyzji wykreślone na podstawie uproszczonych wzorów podano na



Rys. 5. Wykres symetryczny względem prostej $x = n p_0$

rys. 4 i 5. Rysunki te różnią się zmianą skali na osi odciętych. Do badania centrali telefonicznej wygodniejsze jest stosowanie wykresu z rys. 5, gdyż $n p_0$ podaje przewidywaną liczbę błędów dla danego n , czyli jeżeli $x = n p_0$, punkty pomiarowe znajdują się na prostej przechodzącej przez

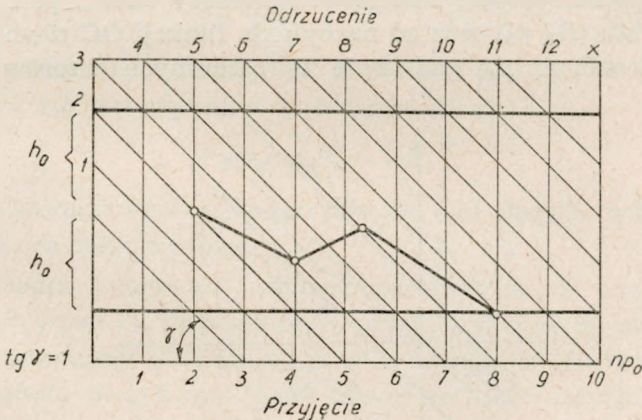
początek układu współrzędnych i równoległej do linii decyzji. Jeżeli przewiduje się dłuższe badanie i większą liczbę błędów, czasami wygodnie jest wprowadzić na obie osie współrzędnych skale logarytmiczne [6], co prowadzi do wykresu przedstawionego na rys. 6.



Rys. 6. Wykres o współrzędnych logarytmicznych

10. WYKRES O WSPÓLRZĘDNYCH UKOŚNYCH

Jednak wykres podany na rys. 6, chociaż w pobliżu początku układu jest jakby „powiększony” i poprawia czytelność w porównaniu z wykresem z rys. 5, w dalszej części jest znowu nadmiernie zagęszczony i użyteczność tej jego części jest wątpliwa. Dlatego wydaje się, że w przy-



Rys. 7. Wykres o współrzędnych ukośnych

padku stosowania testu sekwencyjnego do badania central telefonicznych, najlepszy jest wykres o „współrzędnych ukośnych” przedstawiony na rys. 7.

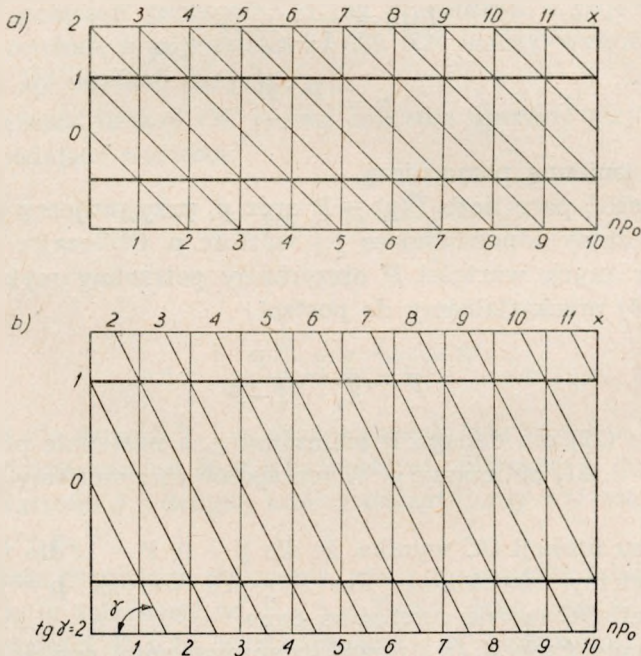
Linie decyzji są tutaj liniami poziomymi, a obszary odrzucenia i przyjęcia mają postać równoległych pasów w górnej i dolnej części rysunku.

Aby otrzymać wykres tego typu, postępujemy w następujący sposób. Odległość pomiędzy poziomymi liniami decyzji ustalamy równą $2h_0$. Nachylenie linii ukośnych w ogólnym przypadku jest równe ujemnemu współczynnikowi kątowemu, a w rozważanym przypadku jest równe (-1) , bo $\text{tg } \gamma = 1$ (zob. rys. 5), czyli wynosi 135° względem dodatniego kierunku osi $n p_0$. Na podziałce dolnej odkładamy $n p_0$ (przewidywaną liczbę błędów), a na podziałce lewej (zaczynającej się w połowie odległości między liniami decyzji) i górnej odkładamy x (znalezioną liczbę błędów). Każdy punkt pomiarowy nanosi się na wykres w miejscu przecięcia linii pionowej ($n p_0$) z linią ukośną (x).

Na tak wykonanym wykresie mamy bardzo dobrze wykorzystaną powierzchnię rysunku, ponieważ obszar między liniami decyzji, w którym mieści się wykres, jest znacznie większy od obszarów przyjęcia i odrzucenia. Oprócz tego, wykres ten daje dwie następujące możliwości, które rozszerzają zakres zastosowań:

— jeżeli podziałka $n p_0$ jest za krótka i dochodzimy z wykresem do prawej strony rysunku bez decyzji, możemy przedłużyć rysunek w prawo, np. przez doklejenie dalszej części siatki, aż do uzyskania decyzji;

— jeżeli linie decyzji są położone blisko jedna względem drugiej, można je dowolnie rozsunąć w następujący sposób: np. aby zwiększyć



Rys. 8. Zmiana skali wykresu o współrzędnych ukośnych

odległość między liniami decyzji dwukrotnie, równanie linii decyzji piszemy w postaci

$$h_0 + np_0 = h_0 + \frac{np_0}{2} \cdot 2$$

wówczas na dolnej osi rysunku zamiast np_0 będziemy odkładać $(np_0)/2$; w ten sposób otrzymaliśmy nowy współczynnik nachylenia linii ukośnych równy 2, co daje zwiększenie odstępów między liniami decyzji z poprzedniego $2h_0$ do $4h_0$. Przedstawiono na rys. 8 dla przypadku $h_0 = 1$ (rys. 8a); po przekształceniu będziemy mieć odstęp $4h_0 = 4$ (rys. 8b).

Jeżeli badaniu podlega jeden typ central telefonicznych, dla których h_0 i p_0 są stałe, można mieć przygotowane takie siatki o współrzędnych ukośnych i wykorzystywać je przy badaniach w miarę potrzeby.

11. WZORY NA FUNKCJĘ OC I ŚREDNIĄ LICZNOŚĆ PRÓBKİ

Aby wykreślić funkcję OC, dla testu sekwencyjnego korzystamy z następujących wzorów, słusznych do przypadku, gdy rozkład badanej zmiennej losowej jest rozkładem *Poissona* [8]:

$$P(p) = \frac{1}{1 + e^{-h_0 \cdot y}} \quad (20)$$

$$p = \frac{p_0 \cdot y}{e^y - 1} \quad (21)$$

gdzie y jest zmienną pomocniczą.

Aby określić parę liczb $P(p) = P$ oraz p , przyjmujemy pewną wartość P i obliczamy odpowiadającą jej wartość p . Obliczając szereg wartości p dla różnych wartości P otrzymamy potrzebny wykres. W tym celu wzór (20) przekształcamy do postaci

$$y = \frac{1}{h_0} \ln \frac{P}{1-P} \quad (22)$$

Ze wzoru (22) dla danego P obliczamy y , a następnie po podstawieniu y do wzoru (21) obliczamy p . W ten sposób otrzymujemy jeden punkt na wykresie.

Z wykresu funkcji OC wynika, że dla $p = 0$, $P = 1$; dla rozważanego przypadku wiemy również, że dla $P_0 = 0,5$ wartość $p = p_0$. Te dwa punkty funkcji OC można uważać za dane.

Wykreślenie funkcji OC służy do sprawdzenia, czy wybrane wartości h_0 i p_0 dają funkcję OC o wymaganym kształcie. Jeżeli nie, to

należy wybrać inne wartości h_0 , p_0 i powtórnie sprawdzić, aż do uzyskania wymaganego wyniku.

Średnią liczbę połączeń próbnych [8] (średnią licznosc próbki) obliczamy ze wzoru

$$E(n) = h_0 \frac{1 - 2P}{p - p_0} (1 - p_0) \quad (23)$$

Jeżeli p_0 jest małe, to wyraz $(1 - p_0)$ w powyższym wzorze można pominąć.

Obliczone dla funkcji OC punkty (P, p) podstawiamy do wzoru (23) i obliczamy kolejne wartości funkcji średniej liczby połączeń próbnych. Jak już wspomniano poprzednio, w rozważanym przypadku za średnią licznosc próbki należy przyjąć liczbę równą

$$E(n) + v$$

gdzie v oznacza licznosc jednej grupy połączeń próbnych obejmujących jeden cykl połączeń.

Ze wzoru (23) wynika bardzo ważny wniosek, że średnia licznosc próbki nie zależy od pojemności centrali, a zależy jedynie od częstości błędów (p_0) i od wymaganej dokładności testu (h_0). Oznacza to, że jeżeli dla pewnych wartości p_0 i h_0 obliczymy średnią licznosc próbki równą np. 5000 połączeń próbnych, to tak w centrali o pojemności 1000 NN jak i w centrali o pojemności 10 000 NN należy wykonać średnio 5000 połączeń, by uzyskać decyzję.

Obliczenia funkcji OC można znacznie uprościć mając do dyspozycji tablice, podające wartości:

$$yh_0 = \ln \frac{P}{1 - P} = M, \quad (24)$$

oraz

$$\frac{p}{p_0} = \frac{y}{e^y - 1} = W \quad (25)$$

Wówczas dla danych h_0 i p_0 oraz wybranej wartości P z pierwszej tablicy otrzymujemy wartość $M = y h_0$, z której obliczamy $y = M/h_0$ i następnie dla tej wartości y z drugiej tablicy odczytujemy wartość $W = p/p_0$ i obliczamy $p = p_0 W$.

Jeszcze prostsze są obliczenia, jeżeli opracujemy tablicę podającą wartości p/p_0 w zależności od P i h_0 . Takie dane podaje tabl. 1, dla zakresu wartości P i h_0 wystarczających w przypadku stosowania testu sekwencyjnego do badania central telefonicznych.

Tabela 1

Wartości p/p_0 w zależności od P i h_0

$P \backslash h_0$	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99
0,8	5,77	3,84	2,94	2,10	1,62	1,28	0,78	0,57	0,37	0,19	0,09	0,00
1,0	4,65	3,15	2,47	1,85	1,49	1,23	1,81	0,64	0,46	0,27	0,16	0,00
1,2	3,92	2,72	2,18	1,69	1,40	1,18	0,84	0,69	0,53	0,35	0,23	0,02
1,4	3,41	2,42	1,98	1,57	1,34	1,15	0,86	0,74	0,58	0,41	0,29	0,04
1,6	3,05	2,21	1,84	1,49	1,29	1,13	0,88	0,76	0,63	0,47	0,35	0,06
1,8	2,77	2,05	1,73	1,43	1,25	1,12	0,90	0,78	0,66	0,51	0,40	0,08
2,0	2,55	1,93	1,65	1,38	1,23	1,10	0,91	0,80	0,69	0,55	0,44	0,11
2,2	2,38	1,83	1,57	1,34	1,20	1,09	0,91	0,82	0,72	0,58	0,47	0,14
2,4	2,25	1,75	1,53	1,31	1,18	1,09	0,92	0,83	0,74	0,62	0,51	0,17
2,6	2,13	1,68	1,49	1,29	1,18	1,08	0,92	0,85	0,76	0,64	0,54	0,20
2,8	2,03	1,63	1,45	1,27	1,16	1,07	0,93	0,86	0,78	0,66	0,56	0,23
3,0	1,96	1,58	1,41	1,24	1,15	1,07	0,94	0,87	0,79	0,68	0,59	0,26

Punkty stałe: $P = 0,5$; $p/p_0 = 1$

$P = 1$; $p/p_0 = 0$

Dodatkowo można podać, że dla $P = 0,5$ i $p = p_0$ mamy

$$\lim E(n) = \frac{4h_0^2}{p_0} P(1-P)(1-P_0)$$

Jest to wartość graniczna (największa), którą może osiągnąć $E(n)$.

12. PRZYKŁAD

Zaprojektujemy ilorazowy test sekwencyjny do badania centrali telefonicznej, dla której przyjmujemy następujące parametry wyjściowe:

$$p_0 = 0,002$$

$$h_0 = 2$$

czyli równania linii decyzji będą mieć postać

$$l_d = \pm 2 \pm 0,002n$$

Przyjęcie tutaj największej dopuszczalnej częstości błędów $p_0 = 0,002$ wynika z wymagań technicznych stawianych danej centrali telefonicznej. Np. dla central systemu *Strowgera* 32AB podaje się [1], że procent

połączeń nie zakończonych rozmową tylko z powodu uszkodzeń nie powinien być większy od 0,10%; natomiast z powodu zbyt małej ilości zespołów połączeniowych może być nieco większy.

Przyjęcie dla danej centrali względnego współczynnika nachylenia $h_0 = 2$ wynika z analizy wzoru $h_0 = (-p_0/P_0) S_0$, gdzie jak wiemy z poprzednich rozważań $P_0 = 0,5$, więc $h_0 = -2 p_0 S_0$. Wartość nachylenia funkcji $OC S_0$ możemy oszacować w następujący sposób. Należy przyjąć pewne poziomy ryzyka α i β wynikające z szeregu wymagań eksploatacyjnych omówionych w pracy [6]. Np. niech $\alpha = 0,1$, czyli $P_1 = 1 - \alpha$ i niech $\beta = P_2 = 0,01$. Wówczas nachylenie funkcji OC w przybliżeniu równa się

$$S_0 = -\frac{\Delta P}{\Delta p} = -\frac{P_1 - P_2}{p_2 - p_1} = -\frac{0,9 - 0,01}{\Delta p}$$

Ponieważ p_0 jest małe, więc Δp również będzie małe, np. zakładamy $\Delta p = 0,002$. Wówczas $S_0 = 450$. Przyjmujemy $S_0 = 500$, a więc $h_0 = 2$.

Badanie wykonujemy stosując grupowanie po około 1000 połączeń w grupie.

Stosując tzw. metodę tablicową, wszystkie wyniki pomiarów i obliczenia zbieramy w tabl. 2. Gdy liczba przyjęcia l_p jest równa sumie błędów,

T a b l i c a 2

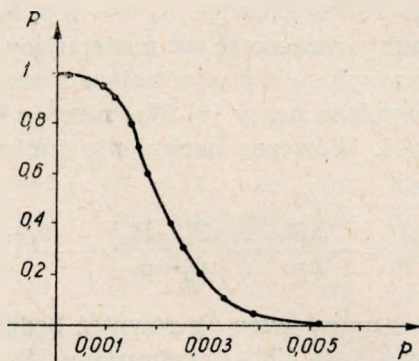
Przykład zastosowania metody tablicowej

Nr grupy	Liczba połączeń w grupie	Suma połączeń	Przewidywana liczba błędów $n p_0$	Znaleziona liczba błędów	l_p	Suma błędów znalezionych x	l_0
1	1000	1000	2	2	0	2	4
2	1000	2000	4	1	2	3	6
3	800	2800	5,6	2	4	5	8
4	1200	4000	8	1	6	6	10

dów, to podejmujemy decyzję, że centrala jest lepsza niż zakładano (ostatni wiersz w tablicy).

Wyniki tego samego testu sekwencyjnego przedstawiono na zwykłym wykresie (rys. 5) i na wykresie o współrzędnych ukośnych (rys. 7).

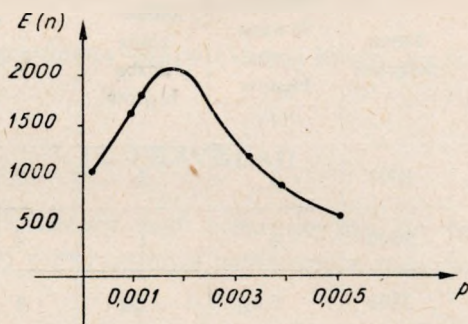
Ponieważ przy zastosowaniu do central telefonicznych ilość znalezionych błędów może być tylko liczbą całkowitą, więc na wykresie o współrzędnych ukośnych każdy punkt pomiarowy będzie umieszczony na jednej z linii ukośnych. Oczekiwana liczba błędów $n p_0$ może być liczbą



Rys. 9. Funkcja OC dla $h_0 = 2$ i $p_0 = 0,002$

niecałkowitą, gdyż p_0 jest mniejsze od jedności i niecałkowite oraz n może być różne dla różnych punktów pomiarowych.

Wykresy funkcji OC i funkcji średniej liczebności próbki dla tego przykładu są podane na rys. 9 i rys. 10. Postać funkcji OC można uznać za prawidłową. Z wykresu funkcji średniej liczby połączeń wynika ważny



Rys. 10. Wykres średniej liczby połączeń $E(n)$

wniosek. Mianowicie, im bardziej p centrali różni się od założonego p_0 , tym szybciej możemy spodziewać się decyzji połączeń. Natomiast jeżeli te częstości są zbliżone, średnia liczba połączeń jest znacznie większa i w naszym przypadku równa się $E(n) + v$, czyli około 3000 (przyjmując liczebność grupy równą 1000).

13. ZAKOŃCZENIE

Podana w tej pracy metoda planowania testu sekwencyjnego do badania central telefonicznych wydaje się dostatecznie prosta i wystarczająco dokładna do praktycznego stosowania.

Wyprowadzona podstawowa nierówność (14) dla ilorazowego testu sekwencyjnego w przypadku, gdy badana zmienna losowa ma rozkład Poissona, wynikające z niej wzory (19) na linie decyzji oraz wprowadzone wykresy o współrzędnych ukośnych stanowią podstawę omawianej metody.

Wydaje się, że wprowadzenie wykresów o współrzędnych ukośnych daje szereg korzyści omówionych poprzednio.

Podane bez wyprowadzenia uproszczone wzory na funkcję OC (20 i 21) i funkcję średniej liczby połączeń (23) dają możliwość sprawdzenia i oceny zaplanowanego testu sekwencyjnego.

WYKAZ LITERATURY

1. Przepisy gospodarki ruchowej w automatycznych centralach telefonicznych; Instrukcja Techniczna Nr TS-128. IŁ 1962.
2. *Hansson K. G.*: The Traffic Route Tester — a New Tool for Service Observation at Automatic Telephone Exchanges. *Ericsson Review* 4/55.
3. *Sloane J.*: Artificial Traffic Equipment. *ATE Journal* 4/57.
4. *Stankiewicz A.*: Automatyczny próbnik dróg płaceniowych. Instrukcja Techniczna TS-138. Instytut Łączności, Warszawa 1963.
5. *Walaszek S.*: Zasady pobierania próby do analizy statystycznej jakości usług central telefonicznych. *Prace Instytutu Łączności* 1(45).
6. *Elldin A.* i *Lind G.*: Statistical Methods for Supervision of Telephone Exchanges and Networks. *Ericsson Technics* 1/56.
7. *Wald A.*: Sequential Analysis. New York 1947.
8. *Hamaker H. C.*: The Efficiency of Sequential Sampling for Attributes. Part I. Theory. *Philips Res. Rep.* 35—46, 1953. Part II. Practical Applications. *Philips Res. Rep.* 8, 427—433, 1953.

C. Валяшек

ПРИМЕНЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ВЫБОРОЧНЫМ МЕТОДОМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТС

Резюме

Для оценки исправности АТС можно применять статистические методы напр. использовать испытания выборочным методом.

В труде представлены существенные выгоды, вытекающие из применения испытаний АТС выборочным методом.

Выведено основное неравенство испытаний выборочным методом в случае,

если распределение вероятности выступления ошибок в исследуемой АТС отличается ходом согласным с распределением Пуассона.

Выведены уравнения линии решения и они представлены графически в наклонных координатах.

Приведены формулы для операционно-характеристической функции, а также формулы для функции среднего числа пробных соединений.

S. Walaszek

APPLICATION OF THE QUOTIENT SEQUENTIAL SAMPLING FOR ESTIMATION THE SERVICE PERFORMANCE OF TELEPHONE EXCHANGES

Summary

With a view to estimate the service performance of telephone exchanges statistical methods may be applied e. g. by using the quotient sequential sampling.

In the paper essential advantages of applying the quotient sequential sampling for checking telephone exchanges have been presented.

The fundamental inequality concerning the quotient sequential sampling has been derived for the case, when the probability distribution of faults in the checked telephone exchange coincides with the Poisson's distribution.

The equations of the lines of decision have been derived as well as their diagrams have been presented in diagonal coordinates.

The formulae of operational characteristic function and formulae for the function of the mean value of the sample size (i. e. the mean value of test call quantity) have been given.

S. Walaszek

APPLICATION DU SONDAGE PROGRESSIF DE QUOTIENT POUR CONTRÔLER L'ÉTAT TECHNIQUE D'UN CENTRAL TÉLÉPHONIQUE

Résumé

Dans le but d'apprécier l'efficacité d'un central téléphonique les méthodes statistiques peuvent être appliquées, par exemple dans le cas d'utilisation des sondages progressifs de quotient.

On a étudié les avantages essentiels résultant de l'application du sondage progressif de quotient pour essayer les centraux téléphoniques.

On a déduit l'inégalité fondamentale référant au sondage progressif de quotient pour le cas où la distribution de probabilité de l'apparition des défauts dans le central essayé présente un parcours correspondant à la distribution de Poisson.

On a déduit les équations des lignes de décision et on a présenté leurs diagrammes dans les coordonnées obliques.

Enfin on a présenté les formules concernant la fonction opérationnelle caractéristique ainsi que le formule de fonction de la taille moyenne de l'échantillon (du nombre moyen de commutations d'essai).

S. Walaszek

ANWENDUNG DES QUOTIENTENFOLGETESTES ZUR ABSCHÄTZUNG DES
TECHNISCHEN ZUSTANDES EINES FERNSPRECHAMTES

Zusammenfassung

Zur Abschätzung der Betriebsgüte eines Fernsprechamtes können statistische Methoden, wie z. B. die mit Quotientenfolgetest, angewandt werden. In der Arbeit wurden wesentliche Vorteile der Anwendung des Quotientenfolgetestes bei der Prüfung von Fernsprechämtern vorgestellt.

Man hat die Grundungleichung für den Quotientenfolgetest im Falle der Poisson — Wahrscheinlichkeitsverteilung des Fehlerauftretens im geprüften Fernsprechamt abgeleitet.

Man hat auch die Gleichungen der Entscheidungslinien abgeleitet und sie graphisch in den Schrägkoordinaten dargestellt.

Es wurden auch die Formeln für die Akzeptierungseigenfunktion sowie für die Funktion der mittleren Probeverbindungsanzahl gegeben.

WIKTOR PAWŁOWSKI

621.391.812.6

WPLYW TYPU CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ I RODZAJU MASY POWIETRZA NA NATĘŻENIE POLA NA POZAHORYZONTOWEJ TRASIE MORSKIEJ

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 14.VI.1967 r.

Wykazano wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na wartość przeciętną i częstość wahań natężenia pola oraz charakter zaniku na pozahoryzontowej trasie morskiej w regionie południowego Bałtyku. Stwierdzone zależności doświadczalne weryfikowano za pomocą testów statystycznych. Pozwoliło to podnieść obiektywność wyników pomiarów i wniosków.

1. WSTĘP

W praktyce radiokomunikacyjnej obserwuje się duże rozbieżności między natężeniami pól fal metrowych przewidzianymi na podstawie obliczeń a występującymi w rzeczywistości. Wynika to z tego, że wykorzystywane obecnie przy planowaniu sieci radiowych materiały, np. krzywe propagacji publikowane przez CCIR *), są pod wieloma względami jeszcze mało zróżnicowane, a ponadto są opracowywane na podstawie jeszcze wciąż niedostatecznie obszernego materiału pomiarowego. W myśl zaleceń CCIR [1] powinny być one uważane jako prowizoryczne. Środowiskiem propagacji fal metrowych jest troposfera, przy czym współczynnik refrakcji powietrza zależy od wielkości meteorologicznych [2]. Wskutek tego propagacja fal metrowych zależy od czynników klimatologicznych, synoptycznych itp., różnicujących wielkości meteorologiczne. Przykładem może być wpływ pory doby na refrakcję troposferyczną.

*) Comité Consultatif International des Radiocommunications.

Z powyższych powodów wynika coraz większe zapotrzebowanie na pomiary propagacji w różnych regionach geograficznych, przy różnych warunkach klimatycznych i zainteresowanie badaniami nad wpływami tych czynników na propagację fal metrowych [3,4]. Temu zadaniu, lepszemu poznaniu propagacji fal metrowych, poświęcona jest niniejsza praca. Celem jej było zbadanie wpływu dwu czynników synoptycznych — typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza, na natężenie pola na morskiej trasie pozahoryzontowej w regionie południowego Bałtyku. Praca stanowi fragment szerszego tematu badawczego, prowadzonego od kilku lat w Katedrze Radiokomunikacji Politechniki Gdańskiej z inicjatywy Ministerstwa Łączności [5,6].

2. METCDA BADAŃ

2.1. Zasada metody badań

Metoda badań zastosowana w pracy ma charakter statystyczny. Zasadniczą rolę odgrywają w niej czynniki synoptyczne. Opracowanie statystyczne nie poprzestaje na podaniu zależności doświadczalnych, jak to najczęściej się spotyka w literaturze. Wszystkie te zależności są weryfikowane za pomocą testów statystycznych. Dzięki temu wyniki badań są bardziej obiektywne.

Materiałem wyjściowym do badania były rejestracje natężenia pola oraz dane meteorologiczne. Na podstawie zapisu na taśmie określano wielkości charakteryzujące rozkład natężenia pola występujący w czasie pojedynczej rejestracji. Wielkości te nazywane są w dalszej części pracy w skrócie parametrami natężenia pola. Dane meteorologiczne służyły do określenia sytuacji synoptycznej w regionie trasy pomiarowej, zgodnie z klasyfikacją podaną w 2.3.

Badania wpływu czynników synoptycznych na warunki propagacji fal metrowych przeprowadzano porównując obiekty, utworzone przez pogrupowanie według czynników synoptycznych materiału pomiarowego. W związku z tym, że wartości pogrupowane w obiektach tworzą pewien rozkład, nie można poprzestać na porównaniu średnich obiektowych. Należy uwzględnić rozkład wartości populacji obiektowych. Rozrzuty rozkładów wewnątrz obiektów mogą się bowiem okazać tak duże, że mimo nawet znacznego zróżnicowania średnich obiektowych, nie można mówić o istotnym zróżnicowaniu obiektów. Zróżnicowanie obiektów badano za pomocą analizy wariancji [7,8]. Metoda ta daje odpowiedź na pytanie: czy istnieje zróżnicowanie obiektów.

Pytaniem następnym było: które obiekty wyróżniają się z warunków przeciętnych, tzn. takich, przy których nie uwzględnia się czynników grupujących i które obiekty tworzą zróżnicowane pary. Zagadnienia te badano za pomocą odpowiednich do tych celów testów *d* względnie *t*.

Wszystkie badania statystyczne, o ile to nie zaznaczono inaczej, przeprowadzono na poziomie istotności 0,05.

2.2. Rejestracje natężenia pola

Czas trwania pojedynczej rejestracji natężenia pola wynosił 30 minut. Wykonano takich rejestracji ogółem 213.

Rejestrację półgodzinną charakteryzowano trzema parametrami. Były to wartość przeciętna i odchylenie standardowe rozkładu natężenia pola. Trzeci parametr służył do oddania szybkości wahań natężenia pola, którą opisywano za pomocą liczby przejść wartości chwilowej natężenia pola przez wartość przeciętną rozkładu w okresie półgodzinnym. Wprowadzono dla niej nazwę: częstość wahań natężenia pola.

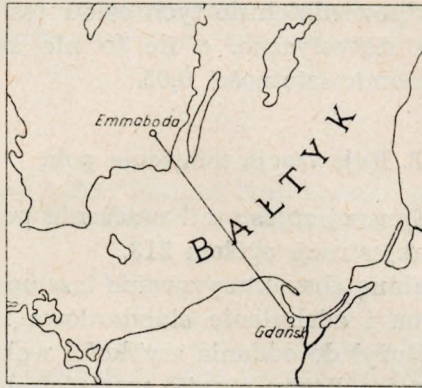
Rodzaj zaników próbowano uwzględnić przez zakwalifikowanie każdej rejestracji półgodzinnej do jednego z przyjętych 5 przebiegów wzorcowych, charakterystycznych dla różnych warunków propagacji. Obrano następujące przebiegi wzorcowe:

- I. — natężenie pola jest duże. Jest ono prawie stałe. Wahania w postaci głębokich, krótkotrwałych zaników są sporadyczne;
- II. — natężenie pola jest duże i zmienia się powoli. Okres wahań trwa od kilkunastu do około 3 minut;
- III. — okres wahań natężenia pola wynosi od 3 minut do 30 sekund;
- IV. — natężenie pola jest małe, okres jego wahań wynosi 5—30 sekund;
- V. — natężenie pola jest małe, okres jego wahań jest mniejszy od 5 sekund.

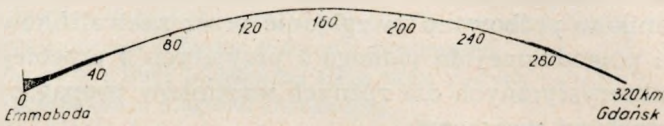
Rejestrację wykonano na trasie Emmaboda — Gdańsk przy częstotliwości 96,7 MHz w okresie VII—IX. 1964 r. Rejestrowano stację radiofonii szwedzkiej. Moc promieniowania stacji wynosiła 60 kW. Wysokość wzniesienia anteny nad poziomem morza wynosiła 457 m. Współrzędne geograficzne położenia anteny są następujące: 1535E oraz 5646N. Punkt odbiorczy mieścił się na terenie Politechniki Gdańskiej.

Trasa pomiarowa pokazana jest na rys. 1. Około 70% trasy o długości 320 km przebiega nad morzem, a fragmenty lądowe trasy przechodzą nad terenami przymorskimi. Jak widać z profilu trasy podanego na rys. 2, wykreślonego przy zastosowaniu równoważnego promienia ziemi wynikającego z refrakcji w atmosferze standardowej, około 70% trasy jest położone poza horyzontem radiowym.

Rejestrację wykonywano trzy razy w ciągu doby, o godzinie 6⁰⁰, 12⁰⁰ i 18⁰⁰ UT. Pora rejestracji pokrywa się z porą pomiarów służby meteorologicznej.



Rys. 1. Region trasy pomiarowej



Rys. 2. Przekrój trasy pomiarowej

2.3. Klasyfikacja czynników synoptycznych

Czynniki synoptyczne uwzględnione w pracy, typ cyrkulacji atmosferycznej i rodzaj masy powietrza opisują całokształt sytuacji pogodowej. Do ich określenia potrzebna jest jednak znajomość całego szeregu parametrów i wielkości meteorologicznych. Dużą rolę odgrywają tu temperatura, wilgotność i ciśnienie powietrza, wielkości określające współczynnik refrakcji. Jak powiedziano już we wstępie, wpływ ww. czynników synoptycznych na propagację fal metrowych jest podstawowy i dlatego wybór tego synoptycznego kryterium do grupowania warunków propagacji jest właściwy.

W meteorologii nie stosuje się jednolitej w skali światowej klasyfikacji i terminologii czynników synoptycznych. Poniżej podano klasyfikację przyjętą w pracy.

2.3.1. Typ cyrkulacji atmosferycznej

Pojęcie „typ cyrkulacji atmosferycznej” oznacza w meteorologii stan atmosfery, który podczas szeregu dni pozostaje w zasadzie nie-

zmienny. Typów takich w zależności od potrzeb i autorów rozróżnia się kilkanaście i więcej. Klasyfikacje takie są zbyt szczegółowe, by mogły być tu zastosowane. Typy cyrkulacji atmosferycznej rozróżniane w pracy są zbliżone do używanego w meteorologii pojęcia „charakter cyrkulacji meteorologicznej”.

Przyjęto następujące typy cyrkulacji atmosferycznej:

- A_1 — w bezpośrednim pobliżu trasy propagacyjnej znajduje się ośrodek o cyrkulacji antycyklonalnej,
- A_2 — trasa propagacyjna znajduje się w zasięgu wpływów układu o cyrkulacji antycyklonalnej,
- C^* — w bezpośrednim pobliżu trasy propagacyjnej znajduje się ośrodek o cyrkulacji cyklonalnej lub trasa propagacyjna znajduje się w zasięgu wpływów układu o cyrkulacji cyklonalnej.

2.3.2. Rodzaj masy powietrza

Rodzaje masy powietrza i ich oznaczenia przyjęto zgodnie z nomenklaturą stosowaną w PIHM. W badanym regionie w okresie pomiarów występowały przede wszystkim następujące rodzaje masy powietrza: PPm — powietrze polarno-morskie; PPm_s — powietrze polarno-morskie stare i PPm_c — powietrze polarno-morskie ciepłe. Inne rodzaje mas powietrza występowały sporadycznie, w znacznie mniejszym procencie aniżeli wynika to ze średnich wieloletnich [9]. Z tego powodu uwzględnianie tych rodzajów mas, jako osobnego obiektu w pierwotnym opracowaniu statystycznym, nie było uzasadnione.

3. WPŁYW CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ I RODZAJU MASY POWIETRZA NA PARAMETRY NATEŻENIA POLA

Wpływ cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza badano niezależnie. Przy jednoczesnym uwzględnieniu typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza otrzymywane populacje obiektowe były za mało liczebne, by zapewnić prawidłowe wnioskowanie statystyczne. Przy analizie wariancji zastosowano więc klasyfikację pojedynczą. Poniżej przedstawione są jej wyniki. Kolejno zostaje omówiony wpływ

*) Typy C_1 i C_2 odpowiedniki typów A_1 i A_2 połączono w jeden typ C ze względu na nieliczne występowanie typu C_1 .

czynników synoptycznych na wartość przeciętną, odchylenie standardowe rozkładu natężenia pola i częstość wahań natężenia pola oraz jego typowe przebiegi.

3.1. Wartość przeciętna natężenia pola

W tabelicy 1 podane są średnie populacji obiektowych utworzonych z wartości przeciętnych natężenia pola rejestracji półgodzicznych przy uwzględnieniu typu cyrkulacji atmosferycznej. Odpowiednie dane, dla rodzajów masy powietrza, zawiera tabl. 2. Wartości w obu tablicach podane są w dB w stosunku do poziomu $1 \mu\text{V/m}$.

Tabela 1

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej		
	A_1	A_2	C
6 ⁰⁰	23	19	12
12 ⁰⁰	21	17	13
18 ⁰⁰	24	16	13

Tabela 2

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza		
	PP_m	PP_{m_s}	PP_{m_c}
6 ⁰⁰	13	20	18
12 ⁰⁰	14	19	17
18 ⁰⁰	12	20	17

Średnie bez uwzględnienia czynników synoptycznych wynosiły dla wszystkich trzech pór pomiaru 16 dB.

Rozkłady wartości przeciętnej przy różnych typach cyrkulacji atmosferycznej i rodzajach masy powietrza są istotnie zróżnicowane, bowiem wartości testu F obliczone przekraczają odpowiednią wartość testu F z tabeli. Zróżnicowanie to występuje o wszystkich porach pomiaru. Ana-

Tabela 3

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej	
	F obliczone	F z tabelicy 0,05
6 ⁰⁰	18,55	3,11
12 ⁰⁰	5,80	3,11
18 ⁰⁰	7,94	3,13

Tabela 4

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza	
	F obliczone	F z tabelicy 0,05
6 ⁰⁰	5,37	2,72
12 ⁰⁰	3,40	2,72
18 ⁰⁰	7,04	2,74

lizując zróżnicowanie rozkładów przy różnych rodzajach masy powietrza uwzględniano cały materiał pomiarowy, nie tylko rodzaje masy, dla których podano obliczone średnie.

Liczbowe wyniki analizy wariancji podane są w tabl. 3 i 4.

Wyniki badania za pomocą testu d , którego celem, jak to już podano w 2.1., jest poznanie, które obiekty wyróżniają się istotnie z warunków

przeciętnych, były następujące. Stwierdzono, że pośród obiektów utworzonych przy badaniu pod uwagę typu cyrkulacji atmosferycznej wyróżniały się obiekty A_1 i C , co najmniej na poziomie istotności 0,05. Przy A_1 wartości przeciętne były większe, przy C — mniejsze aniżeli bez uwzględnienia typu cyrkulacji atmosferycznej. Obliczone wartości testu d wynosiły przy A_1 dla godziny pomiaru 6^{00} —4,12, dla 12^{00} —3,98 oraz dla 18^{00} — 4,81 wobec wartości górnej i dolnej testu d z tabeli 2,01 i 1,96. Przy typie C wartości testu d były równe odpowiednio 2,13, 3,69 i 2,01. Obiekt A_2 nie był wyróżniony.

Obiekty utworzone przy uwzględnianiu rodzaju masy powietrza wyróżniały się słabiej z warunków przeciętnych. O godzinie pomiaru 6^{00} nie stwierdzono żadnych obiektów wyróżnionych. Obiekt PPm_s był wyróżniony in plus dla pomiarów o godzinie 12^{00} i 18^{00} . Wartości testu d wynosiły odpowiednio 3,00 i 3,18. Obiekt PPm był wyróżniony in minus przy porze pomiaru 18^{00} . Wartość testu d równała się 2,80.

Orientacyjne dane o zróżnicowaniu par obiektów uzyskano za pomocą testu t . Test t , ściśle biorąc, nie może być stosowany przy porównywaniu więcej aniżeli dwu ciągów wielkości. W praktyce jest jednak często używany sprawdzian jako pewien sprawdzian orientacyjny.

Obliczone różnice graniczne wskazują, że obiekt A_1 tworzy o wszystkich porach pomiaru istotnie zróżnicowane pary z innymi obiektami podziału według typów cyrkulacji atmosferycznej. Test t daje różnice graniczne dla pary obiektów A_1 i A_2 co najmniej na poziomie istotności 0,05, a pary A_1 i C na poziomie lepszym od 0,001.

Zróżnicowanie par obiektów przy braniu pod uwagę rodzaju masy powietrza jest małe. Zróżnicowana istotnie jest para obiektów PPm i PPm_s o godzinie pomiaru 18^{00} . Różnica graniczna jest w tym przypadku istotna na poziomie istotności 0,01.

3.2. Odchylenie standardowe

Badania nie wykazały istotnej zależności odchylenia standardowego rozkładu natężenia pola od typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza. Odchylenie standardowe wahało się w okresie pomiarów od 4,4 do 5,3 dB i wynosiło przeciętnie około 4,8 dB.

3.3. Częstość wahań natężenia pola

W tablicach 5 i 6 podane są przeciętne częstości wahań natężenia pola w okresie pomiarów. Wielkości te różnią się stosunkowo znacznie, ale jak wynika z badań, są obarczone dużym rozrzutem. Dotyczy to przede

wszystkim obiektów utworzonych przy uwzględnieniu rodzaju masy powietrza, kiedy to obiekty są istotnie zróżnicowane tylko o godzinie 12⁰⁰. Przy braniu pod uwagę typu cyrkulacji atmosferycznej obiekty są istotnie zróżnicowane o wszystkich trzech porach pomiaru. Kompletnie wyniki analizy wariancji podane są w tabl. 7 i 8.

Tablica 5

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej		
	A_1	A_2	C
6 ⁰⁰	13	37	83
12 ⁰⁰	15	42	70
18 ⁰⁰	11	54	76

Tablica 6

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza		
	PPm	PPm_s	PPm_c
6 ⁰⁰	63	31	57
12 ⁰⁰	63	30	48
18 ⁰⁰	65	51	44

Badając wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej testem d stwierdzono, że istnieją o wszystkich porach pomiaru dwa obiekty wyróżnione z warunków przeciętnych. Są to obiekt A , wyróżniony in minus oraz obiekt C — wyróżniony in plus. Wyróżnione są one silnie. W przypadku obiektu A_1 wartości testu d obliczone wynoszą o godzinie 6⁰⁰, 12⁰⁰ i 18⁰⁰

Tablica 7

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej	
	F obliczone	F z tablicy 0,05
6 ⁰⁰	12,53	3,11
12 ⁰⁰	5,79	3,11
18 ⁰⁰	5,20	3,13

Tablica 8

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza	
	F obliczone	F z tablicy 0,05
6 ⁰⁰	2,32	2,72
12 ⁰⁰	2,84	2,72
18 ⁰⁰	0,92	2,74

odpowiednio 3,84, 2,89 i 3,7 wobec górnej i dolnej wartości testu d z tabeli 0,01 równej 2,50 i 2,47. Obiekt C jest wyróżniony o godzinie 6⁰⁰ i 12⁰⁰ także na poziomie istotności 0,01. Wartości testu d obliczone wynoszą 3,54 i 2,54. O godzinie 18⁰⁰ poziom istotności, na którym wyróżniony jest obiekt C , mało odbiega od 0,05.

Przy braniu pod uwagę rodzaju masy powietrza stwierdzono tylko jeden obiekt wyróżniony z warunków przeciętnych. Jest to obiekt PPm_s , wyróżniony in minus o godzinie 12⁰⁰. Wartość testu d obliczona wynosiła 2,01.

Na zróżnicowanie par obiektów wpływa istotnie typ cyrkulacji atmosferycznej. Najbardziej zróżnicowanym w stosunku do innych jest obiekt

A_1 . Test t daje różnice graniczne na poziomie istotności 0,001 dla pary A_1 i C . Para obiektów A_1 i A_2 zróżnicowana jest o godzinie 6⁰⁰ na poziomie istotności 0,1, a o godzinie 12⁰⁰ i 18⁰⁰ na poziomie 0,05. Obiekty A_2 i C nie różnią się istotnie.

3.4. Przebiegi nateżenia pola

W 3.2. do 3.3. badano wpływ czynników synoptycznych na parametry nateżenia pola. Ważne dla praktyki radiokomunikacyjnej jest także poznanie wzajemnego związku tych wielkości. A więc zbadanie czy wzrostowi przeciętnej nateżenia pola towarzyszy wzrost czy też malenie jego częstości wahań, a także, czy zależności te są istotne. Badania te prowadzono m. in. badając statystykę przebiegów nateżenia pola *).

Statystyka przebiegów nateżenia pola podana jest w tabl. 9 i 10. Przyjęte typy przebiegów wzorcowych opisane są w 2.3. W tablicach 9 i 10 jest podana liczba, w jakiej obrane typy przebiegów występowały w poszczególnych obiektach.

Tablica 9

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji	Typ przebiegu nateżenia pola				
		I	II	III	IV	V
6 ⁰⁰	A_1	1	8	1		
	A_2	2	17	11	5	
	C		4	15	9	4
12 ⁰⁰	A_1		6	2		
	A_2	1	12	19	10	
	C		3	8	8	4
18 ⁰⁰	A_1	1	7	1		
	A_2	1	15	7	8	4
	C		3	8	6	2

Tablice 9 i 10 stanowią tablice kontyngencji. Dla stwierdzenia, czy uwidocznione w nich zależności są istotne, należy je zbadać za pomocą testu χ^2 . Okazało się, że zastosowane klasyfikacje są zależne, co oznacza, że istnieje wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na typ przebiegu nateżenia pola. W tablicy 11 podano poziomy istotności, na których klasyfikacje są zależne.

*) Badano także korelacje obiektowe między parametrami nateżenia pola.

Tablica 10

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza	Typ przebiegu natężenia pola				
		I	II	III	IV	V
6 ⁰⁰	<i>PPm</i>		4	20	8	1
	<i>PPm_s</i>	1	19	2	1	1
	<i>PPm_c</i>	2	4	4	3	
	<i>R</i>		2	2	1	2
12 ⁰⁰	<i>PPm</i>		3	15	12	3
	<i>PPm_s</i>	1	12	8	3	
	<i>PPm_c</i>		4	4	3	
	<i>R</i>		1	3	2	
18 ⁰⁰	<i>PPm</i>		4	10	9	4
	<i>PPm_s</i>	1	12	3	3	2
	<i>PPm_c</i>	1	4	2	2	
	<i>R</i>		5			1

R — inne rodzaje masy powietrza aniżeli *PPm*, *PPm_s* i *PPm_c*.

Tablica 11

Godzina pomiaru	Poziom istotności χ^2	
	Typy cyrkulacji atmosferycznej	Rodzaj masy powietrza
6 ⁰⁰	0,001	0,001
12 ⁰⁰	0,1	0,2 ÷ 0,1
18 ⁰⁰	0,2	0,05 ÷ 0,02

4. WNIOSKI

Pomiary wykazały duży wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na propagację fal metrowych. Wpływ wywierają oba wymienione czynniki synoptyczne przede wszystkim na wartość przeciętną natężenia pola. Słabiej uzależniona jest od nich częstość wahań natężenia pola. Odchylenie standardowe jest niezależne od tych czynników.

Wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej jest następujący. Większe, aniżeli przeciętne, wartości natężenia pola występują przy typie cyrkulacji atmosferycznej A_1 , mniejsze przy C . W przypadku A_2 warunki nie różnią się od przeciętnych. Częstość wahań jest mniejsza przy typie cyrkulacji atmosferycznej A_1 , przy C większa, zaś przy A_2 nie różni się w sposób istotny od warunków przeciętnych.

Co do wpływu rodzaju mas powietrza to wnioski ograniczają się do różnych rodzajów mas powietrza polarno-morskiego z powodu, jak to już powiedziano, mało liczebnego występowania innych rodzajów mas w czasie pomiarów. Wpływ ten, w odniesieniu zarówno do wartości przeciętnej jak i do częstości wahań natężenia pola, jest istotny tylko o pewnych porach pomiaru. Stwierdzono następującą tendencję: przy rodzaju masy powietrza PPm występują zazwyczaj mniejsze wartości i większe częstości wahań natężenia pola, aniżeli przeciętnie; przy PPm_s istnieje tendencja odwrotna: wartości przeciętne były większe, a częstości wahań natężenia pola mniejsze.

Istnieje pewne powiązanie między występowaniem rodzaju masy powietrza i typem cyrkulacji atmosferycznej. Występowanie rodzaju masy powietrza PPm związane jest najczęściej z przechodzeniem w regionie trasy pomiarowej układów niżowych. Przy PPm_s , powietrza polarno-morskiego, które uległo transformacji w czasie kilkudniowego zalegania nad kontynentem europejskim, charakter cyrkulacji przestaje być wybitnie cyklonalny, a układy atmosferyczne przemieszczają się znacznie wolniej. Warunki lepsze, rozumiane jako takie, przy których natężenie pola jest stosunkowo duże, o małych wahanach poziomu, występują przede wszystkim przy stabilnych układach atmosferycznych, które przemieszczają się powoli i mają wyraźne uwarstwienia. Ma to miejsce w obiekcie A_1 , dalej PPm_s i częściowo A_2 . Warunki gorsze od przeciętnych występowały przede wszystkim przy układach o cyrkulacji cyklonalnej, w obiektach C i w słabszym stopniu PPm . Są to układy szybko przemieszczające się, silnie wzburzone, w których nie ma warunków do tworzenia się wyraźnych uwarstwień.

Należy przypuszczać, że w obu przypadkach propagacja odbywa się za pomocą różnych mechanizmów. Analizy odpowiedniej nie można było dokonać z uwagi na brak danych o pionowym rozkładzie współczynnika refrakcji w badanym regionie. Badania takie są w toku. Wniosek powyższy uzasadnia jednakże to, że jak wykazała przytoczona analiza statystyczna, obiekty te należą do różnych populacji generalnych. Przede wszystkim dotyczy to obiektów utworzonych przy rozpatrywaniu typu cyrkulacji atmosferycznej.

W układach stabilnych, antycyklonalnych istnieją warunki dla pozahoryzontowej propagacji za pomocą mechanizmu refrakcji. Często, szczególnie w godzinach rannych i wieczornych, mogą występować w takich warunkach inwersje temperatury. Zjawiska te prowadzą do znacznego wzrostu ujemnego gradientu współczynnika refrakcji i w konsekwencji do zwiększenia obszaru refrakcji atmosferycznej [10]. W sprzyjających warunkach może wystąpić superrefrakcja. Przypadki takie zaobserwowano w czasie pomiarów. Są to typy przebiegów natężenia pola I

i częściowo II. Również za takimi sposobami propagacji przemawia występujący w tych warunkach zanik interferencyjny.

Przy układach o charakterze cyklonalnym z aktywnym powietrzem morskim występuje silne wymieszanie mas powietrza. W takich warunkach rozchodzenie się fal jest możliwe przede wszystkim za pomocą sposobu rozproszeniowego. Potwierdza to przeważający wówczas scyntylacyjny charakter zaniku — typ IV i III.

Wyniki wskazują, że wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej na warunki propagacji, co wiąże się z przebiegiem pola barycznego, jest większy aniżeli rodzaju masy powietrza. O dużej roli kształtu izobar świadczy także podana już w [5] zależność warunków propagacji od lokalnego charakteru sytuacji synoptycznej. Typ cyrkulacji atmosferycznej określany był w pracy na podstawie lokalnego przebiegu pola ciśnienia w regionie trasy pomiarowej. W przeciwieństwie do tego rodzaju masy jest określany dla dużego obszaru w skali kontynentu. Na skutek tego właściwości tego samego rodzaju masy powietrza zalegającej duży obszar mogą się różnić w zależności od wpływu podłoża, szybkości przesuwania się. Rodzaj masy powietrza był więc mniej precyzyjnym czynnikiem, aniżeli typ cyrkulacji atmosferycznej. To miało niewątpliwie wpływ na ścisłość wyników badań.

Na zakończenie trzeba stwierdzić, że potwierdziła się słuszność przyjętej metody badań i celowość jej stosowania w pracach badawczych i praktyce radiokomunikacyjnej. Weryfikowanie zależności doświadczalnych za pomocą testów statystycznych pozwoliło podzielić je na takie, które mają znaczenie istotne i na słabe lub na obarczone dużym rozrzutem i dlatego nie mające znaczenia praktycznego. Dzięki temu wyniki pracy mają charakter obiektywny.

Na zakończenie autor pragnie wyrazić podziękowanie Kierownikowi Katedry prof. L. Knochowi za opiekę w czasie pracy i stworzenie warunków umożliwiających jej wykonanie oraz prof. S. Jarkowskiemu za życzliwe rady i cenne wskazówki w czasie realizowania pracy.

WYKAZ LITERATURY

1. Dokumenty X Sesji CC'R, t. III, Genewa.
2. *Smith E. K., Weintraub S.*: The constants in the equation for atmospheric refractive index at radio frequencies. PIRE, 1953, VIII.
3. *Petric J. S., Starnecki B., Jarkowski H., Siciński L.*: Oversea propagation on wavelength of 3 and 9 centimeters. PIRE, 1949, III.
4. *Du Castel F.*: Resultats experimentaux en propagation tropospherique trans-horizon, Monograph on radio-wave propagation in the troposphere. Elsevier Publishing Company, Amsterdam — New York, 1962.

5. Pawłowski W.: Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na propagację fal metrowych na trasie Bornholm—Gdańsk. Prace Instytutu Łączności, 1963 nr 2(31).
6. Pawłowski W.: Przewidywanie warunków propagacji fal metrowych na trasach morskich na podstawie typowych danych służby meteorologicznej. Warszawa—Gdańsk 1965/6.
7. Fisz M.: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. PWN, Warszawa 1958.
8. Linder A.: Statistische Methoden, Birkhäuser Verlag, Basel u. Stuttgart, 1960.
9. Rafałowski S., Bałaszewska J., Reutt F.: Częstość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce. Wiadomości służby hydrologicznej i meteorologicznej, 1955, t. III, z. 5.
10. Megla C.: Nachrichtenübertragung mittels sehr hoher Frequenzen, Fachbuchverlag, Leipzig, 1954.

В. Павловски

ВЛИЯНИЕ ТИПА АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ И РОДА ВОЗДУШНОЙ
МАССЫ НА НАПРЯЖЕННОСТЬ ПОЛЯ НА ВНЕГОРИЗОНТНОЙ
МОРСКОЙ ТРАССЕ

Резюме

Доказано влияние типа атмосферной циркуляции и рода воздушной массы на среднее значение напряженности поля, частоту его колебаний и характер замираний на внегоризонтной морской трассе в южном районе Балтийского моря.

Полученные экспериментальные зависимости были проверены с помощью статистических тестов. Это позволило поднять объективность результатов измерений и улучшить правильность выводов.

W. Pawłowski

INFLUENCE OF THE TYPE OF ATMOSPHERIC AIR CIRCULATION AND OF
THE KIND OF AIR MASS UPON THE FIELD STRENGTH IN A TRANSHORIZON
SEA PROPAGATION PATH

Summary

The influence of the type of atmospheric air circulation and of the kind of air mass upon mean value of field strength, frequency of its fluctuations as well as fading type on the transhorizon sea propagation path in south Baltic Sea area is proved.

The experimentally obtained relations have been verified by means of statistical tests. It allows to increase objectivity of measuring results and rightness of conclusions.

W. Pawłowski

INFLUENCE DU TYPE DE CIRCULATION DE L'AIR ET DE L'ESPÈCE DE LA
MASSE D'AIR SUR L'INTENSITÉ DU CHAMP D'UN TRAJET MARITIME
TRANSHORIZON

R é s u m é

On a démontré l'influence du type de circulation de l'air et de l'espèce de la masse d'air sur la valeur moyenne de l'intensité du champ et de la fréquence de ses fluctuations et sur le caractère d'évanouissement sur un trajet maritime trans-horizon dans la région sud de la mer Baltique.

Les relations établies d'un façon expérimentale ont été vérifiées au moyen de l'analyse statistique, c'est qui a permis d'obtenir des résultats de mesure plus objectifs et d'en tirer des conclusions plus justes.

W. Pawłowski

DER EINFLUSS DES ATMOSPHERISCHEN ZIRKULATIONSTYPUS UND DER
LUFTMASSENART AUF DIE FELDSTÄRKE
AUF DER ÜBERHORIZONTSEESTRECKE

Z u s a m m e n f a s s u n g

Man hat den Einfluss des atmosphärischen Zirkulationstypus und der Luftmassenart auf den Durchschnittswert der Feldstärke und ihre Schwankungsfrequenz sowie auf den Schwundcharakter auf der Überhorizontseestrecke im Gebiet der südlichen Ostsee nachgewiesen.

Die experimentell festgestellten Abhängigkeiten wurden mittels statistischer Tests bestätigt. Das ermöglichte die Objektivität der Messergebnisse und der Aufschlüsse zu erhöhen.

WIKTOR PAWŁOWSKI

621.391.812.62

KORELACJA WSPÓŁCZYNNIKA REFRAKCJI I NATĘŻENIA POLA NA TROPOSFERYCZNEJ TRASIE MORSKIEJ Z UWZGLĘDNIENIEM TYPU CYRKULACJI ATMOSFERYCZNEJ I RODZAJU MASY POWIETRZA

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 14.VI.1967 r.

Wykazano wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na korelację między parametrami natężenia pola na pozahoryzontowej trasie troposferycznej w regionie południowego Bałtyku a wartością N i wartością N_w . Wyniki pracy wskazują na równoważność obu tych parametrów. Wobec tego zaproponowano wykorzystanie wartości N_w do oceny warunków propagacji w sposób podobny jak wartość N .

1. WSTĘP

Przeprowadzone w Katedrze Radiokomunikacji Politechniki badania wykazały wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na propagację fal metrowych na trasie pozahoryzontowej w regionie południowego Bałtyku [1] oraz na wartość współczynnika refrakcji przy powierzchni ziemi [2]. Jako dalszy ciąg tych dociekań są przedstawione poniżej badania wpływu tych czynników na korelację między parametrami natężenia pola i wartością współczynnika refrakcji przy powierzchni ziemi. Istnieje zainteresowanie badaniami korelacji wymienionych wielkości z powodu ich przydatności do charakterystyki warunków propagacji fal metrowych na badanym obszarze [3].

W badaniach nie stosowano wprost współczynnika refrakcji, ale jego nadmiar w stosunku do jedności powiększony 10^6 , tzw. wartość N^*).

*) Wartość N jest także nazywana wskaźnikiem refrakcji lub liczbą N . Nazwę wartość N zaproponował S. Jasiński w [4].

Zależność między wartością N i współczynnikiem refrakcji jest następująca

$$N = (n-1)10^6$$

W [2] stwierdzono dużą zależność współczynnika refrakcji od wartości N_w i podobne zachowanie się obu tych wielkości względem czynników synoptycznych. Z tego powodu zbadano także korelację między natężeniem pola i wartością N_w . Wartość N_w jest wielkością ujmującą wpływ wilgotności powietrza na wartość N . Określona jest ona wzorem:

$$N_w = \frac{3 \cdot 73 \cdot 10^5 \cdot e}{T^2}$$

gdzie:

T — temperatura w stopniach Kelvina,

e — prężność pary wodnej w mB.

Praca ta miała na celu sprawdzenie, czy wartość N_w może być stosowana przy ocenie warunków propagacji, podobnie jak wartość N [3]. Wzięto w niej również pod uwagę wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza.

Przedstawione tu badania wchodzą w skład tematu badawczego, dotyczącego warunków propagacji fal metrowych na trasach morskich, prowadzonego od kilku lat w Katedrze Radiokomunikacji Politechniki Gdańskiej. Temat ten został podjęty ze względu na zainteresowanie Ministerstwa Łączności i był wykonywany przy współpracy z Instytutem Łączności.

2. METODA BADAŃ

W opracowaniu wykorzystano pomiary wykonane na trasie Emmaboda — Gdańsk, przy częstotliwości 96,7 MHz w okresie lipiec—wrzesień 1964 roku. Organizacja pomiarów i sposób ich opracowania oraz klasyfikacja czynników synoptycznych są takie same, jak przy badaniu wpływu czynników synoptycznych na współczynnik refrakcji i natężenie pola. Ponieważ zostały one wyczerpująco opisane w [1] i [2], nie są one tu powtarzane.

Podstawową jednostką pomiarów była półgodzinna rejestracja natężenia pola. W ciągu doby wykonywano trzy takie rejestracje o 6⁰⁰, 12⁰⁰ i 18⁰⁰ UT. Dla każdej rejestracji półgodzinnej wyznaczano wartość przeciętną i odchylenie standardowe rozkładu natężenia pola oraz częstość wahań natężenia pola. Częstość wahań określano liczbą przejść wartości chwilowej natężenia pola przez jego wartość przeciętną. Wyżej podane wielkości są w dalszej części pracy nazywane w skrócie parametrami natężenia pola. Wartość N i N_w obliczano na podstawie pomiarów stacji Utklippan.

W pracy badano korelację między w powyższy sposób zdefiniowanymi parametrami natężenia pola a wartością N względnie wartością N_w , obliczonymi na podstawie pomiarów meteorologicznych, wykonanych o tej samej porze, co rejestracja natężenia pola. Każdą porę pomiaru rozpatrywano osobno. Brano przy tym pod uwagę typ cyrkulacji atmosferycznej i niezależnie rodzaj masy powietrza. Istotność [5,6] współczynników korelacji badano posługując się tablicą wartości krytycznych współczynnika korelacji. Wartości istotne przy poziomie istotności 0,05 są w pracy podkreślone.

3. KORELACJA PARAMETRÓW NATĘŻENIA POLA I WARTOŚCI N WZGLĘDNE WARTOŚCI N_w

3.1. Wartość przeciętna natężenia pola

Wartość współczynnika korelacji bez uwzględnienia czynników meteorologicznych wynosiła: 0,27 o godzinie 6⁰⁰, 0,39 o 12⁰⁰ i 0,52 o 18⁰⁰. Wartości obliczone przy zastosowaniu podziału według typu cyrkulacji atmosferycznej podane są w tabl. 1, a rodzaju masy powietrza w tabl. 2.

Tablica 1

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej		
	A_1	A_2	C
6 ⁰⁰	0,60	0,41	0,01
12 ⁰⁰	0,25	0,36	0,43
18 ⁰⁰	0,14	0,48	0,50

Tablica 2

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza		
	PPm	PPm_s	PPm_c
6 ⁰⁰	0,09	0,10	0,18
12 ⁰⁰	0,44	0,15	0,05
18 ⁰⁰	0,53	0,45	0,22

Jak widać z tablic, współczynniki korelacji wahają się w szerokich granicach, od wartości praktycznie równych zero, do wynoszących maksimum około 0,6. Istotne korelacje występują tylko w niektórych obiektach. Oznacza to, że korelacja między współczynnikiem refrakcji i wartością przeciętną natężenia pola zależy od czynników synoptycznych.

Jednocześnie uwidacznia się duży wpływ pory doby. Najwyraźniej tendencja ta występuje przy tworzeniu obiektów według typu cyrkulacji atmosferycznej. Przy typie cyrkulacji atmosferycznej A_1 stosunkowo dużą korelację stwierdzono o godzinie 6⁰⁰. O innych porach pomiaru, współczynnik korelacji jest nieistotny. Przy C przeciwnie, o 6⁰⁰ nie ma istotnej korelacji, a o innych porach jest ona istotna, największa o 18⁰⁰.

Zależności stwierdzone przy badaniu korelacji wartości przeciętnej natężenia pola i wartości N_w są podobne. Istotne korelacje występują w tych samych obiektach, a wartości współczynników korelacji są zbliżone. Są one podane w tabl. 3 i 4. Bez stosowania podziału czynników synoptycznych wartości współczynników korelacji wynosiły: 0,24 o godzinie 6⁰⁰, 0,31 o 12⁰⁰ i 0,34 o 18⁰⁰.

Tablica 3

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej		
	A_1	A_2	C
6 ⁰⁰	0,66	0,34	0,11
12 ⁰⁰	0,15	0,37	0,36
18 ⁰⁰	0,05	0,30	0,53

Tablica 4

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza		
	PP_m	PP_{m_v}	PP_{m_c}
6 ⁰⁰	0,12	-0,20	-0,06
12 ⁰⁰	0,35	-0,11	0,06
18 ⁰⁰	0,52	0,16	0,16

3.2. Odchylenie standardowe rozkładu natężenia pola

Korelacja odchylenia standardowego rozkładu natężenia pola i wartością N względnie wartością N_w jest słaba, z reguły nieistotna na poziomie istotności 0,05. Wyjątek stanowi obiekt A_1 o porze pomiaru 18⁰⁰, kiedy to wartość współczynnika korelacji wynosi w przypadku wartości N 0,63, a wartość N_w — 0,77. Można więc mówić o pewnym wpływie pory doby i typu cyrkulacji atmosferycznej.

3.3. Częstość wahań natężenia pola

Korelacja między częstością wahań natężenia pola a wartością N jest ujemna. Zależność ta jest słaba. Bez uwzględnienia pory pomiaru wartości współczynnika korelacji wyniosły -0,04 o godzinie 6⁰⁰, -0,22 o 12⁰⁰ i -0,24 o 18⁰⁰. Wartości współczynników korelacji obliczone przy braniu pod uwagę typu cyrkulacji atmosferycznej względnie rodzaju masy powietrza są podane w tabl. 5 i 6. Istotne korelacje występują tylko wewnątrz niektórych obiektów powstałych przy stosowaniu podziału według typu cyrkulacji atmosferycznej. Są to o godzinie 6⁰⁰ obiekty A_1 i A_2 oraz o 12⁰⁰ obiekt A_1 . Taki przebieg zjawiska świadczy o wpływie typu cyrkulacji atmosferycznej. Jednocześnie obserwuje się zróżnicowanie w zależności od pory doby. W obiekcie A_1 korelacja jest ujemna o godzinie pomiaru 6⁰⁰, dodatnia o 12⁰⁰.

Wpływ rodzaju masy powietrza praktycznie nie istnieje. Jak widać z tabl. 6, korelacja we wszystkich obiektach jest nieistotna.

Wpływ czynników synoptycznych na korelację między częstością wahań natężenia pola a wartością N_m jest podobny, jak przy rozpatry-

Tablica 5

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej		
	A_1	A_2	C
6 ⁰⁰	-0,49	-0,39	0,23
12 ⁰⁰	0,51	-0,28	-0,10
18 ⁰⁰	0,24	-0,09	-0,29

Tablica 6

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza		
	PPm	PPm_s	PPm_c
6 ⁰⁰	-0,05	0,32	0,11
12 ⁰⁰	-0,21	0,03	0,29
18 ⁰⁰	-0,23	-0,34	0,16

waniu wartości N . Wartości współczynników korelacji są nieco większe. Korelacje są istotne wewnątrz obiektów A_1 i A_2 . Także przy stosowaniu podziału według rodzaju masy powietrza otrzymuje się obiekty, wewnątrz których korelacja jest istotna. Są to PPm_s o godzinie pomiaru 6⁰⁰ i PPm_c o 12⁰⁰. Występuje więc wpływ rodzaju masy powietrza.

Tablica 7

Godzina pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej		
	A_1	A_2	C
6 ⁰⁰	-0,49	-0,29	0,23
12 ⁰⁰	0,57	-0,16	-0,05
18 ⁰⁰	0,29	-0,07	-0,25

Tablica 8

Godzina pomiaru	Rodzaj masy powietrza		
	PPm	PPm_s	PPm_c
6 ⁰⁰	0,01	0,45	0,24
12 ⁰⁰	-0,13	0,20	0,55
18 ⁰⁰	-0,18	-0,08	0,17

Wartości współczynników korelacji przy stosowaniu typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza podane są w tabl. 7 i 8. Bez uwzględnienia czynników synoptycznych wynosiły one -0,07 o godzinie 6⁰⁰, -0,09 o 12⁰⁰ i -0,17 o 18⁰⁰.

4. WNIOSKI

Wyniki badań świadczą o tym, że korelacja wartości przy powierzchni ziemi współczynnika refrakcji i parametrów natężenia zależy od typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza. Duży wpływ na korelację ma także pora doby.

Przy pominięciu czynników synoptycznych, jak to ma najczęściej miejsce, i uwzględnieniu tylko pory doby, korelacja między współczynnikiem refrakcji a parametrami natężenia pola jest słaba i prawie zawsze nieistotna. Jednocześnie występują w niektórych obiektach powstałych przez branie pod uwagę czynników synoptycznych korelacje o wiele silniejsze. Przykładowo można podać, że wartość współczynnika korelacji wartości przeciętnej natężenia pola i wartości N o godzinie po-

miaru 6^{00} była mała, przy pominięciu czynników synoptycznych. O tej samej porze pomiaru występowała silna korelacja wyżej wymienionych wielkości w obiekcie A_1 . Pominięcie czynników synoptycznych prowadzi więc do zamazania cech charakterystycznych zjawiska.

Zastosowanie w pracy czynników synoptycznych pozwoliło poznać warunki, w których występują silniejsze korelacje między współczynnikiem refrakcji a parametrami natężenia pola. Korelacje te mają co najmniej w niektórych przypadkach znaczenie praktyczne. Możliwość wykorzystania tego zjawiska przy przewidywaniu warunków propagacji fal metrowych badano w [7].

Badania wykazały, że używanie wartości N_w , jako parametru oceniającego warunki propagacji fal metrowych, jest w pełni uzasadnione i równoważne posługiwaniu się wartością N . Wartości współczynników korelacji, ich istotność i zależność od czynników synoptycznych jest w obu przypadkach podobna. Stosując wartość N_w , operujemy prostszym wzorem obliczeniowym.

Wniosek co do równoważności wartości N i N_w znajduje potwierdzenie w wynikach [2], gdzie wykazano, że wartość N zależy przede wszystkim od wartości N_w . Oznacza to, że wartość N_w i wartość N uwzględniają przede wszystkim wpływ wilgotności i temperatury powietrza na warunki propagacji fal metrowych. Wartość N nie oddaje więc we właściwy sposób wpływu ciśnienia powietrza.

Jak wykazały badania w [1], wpływ taki istnieje. Warunki propagacji zależą w dużej mierze od rozkładu pola barycznego, tj. przebiegu izobar. Nie uwzględnia tego wartość N wyznaczona na podstawie wartości ciśnienia w jednym tylko punkcie, na stacji synoptycznej. Wpływ ciśnienia na propagację fal metrowych można w pewnym stopniu ująć stosując typ cyrkulacji atmosferycznej, jako czynnik grupujący.

Przy stosowaniu typu cyrkulacji atmosferycznej powstaje więcej obiektów, w których korelacje są istotne, aniżeli przy grupowaniu według rodzaju masy powietrza. Wiąże się to z tym co powiedziano wyżej. Typ cyrkulacji atmosferycznej uzupełnia niejako wartość N względnie wartość N_w , ujmując wpływ ciśnienia barycznego. Rodzaj masy powietrza oddaje głównie wpływ tych wielkości co wartość N i wartość N_w — wilgotność i temperaturę powietrza.

Trzeba stwierdzić, że wartość N i wartość N_w nie są uniwersalnymi parametrami, oceniającymi równie dobrze warunki propagacji w każdej sytuacji. Wynika to z zależności korelacji od typu cyrkulacji i rodzaju masy powietrza oraz pory doby. Jak napisano przedtem, tylko niektóre korelacje obiektowe są istotne i mogą mieć znaczenie praktyczne.

Powyższy wniosek potwierdza także to, że wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza oraz pory doby zależy od

parametru natężenia pola, którego korelację z wartością N względnie wartością N_w badamy.

WYKAZ LITERATURY

1. Pawłowski W.: Wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na natężenie pola na pozahoryzontowej trasie morskiej. Prace Instytutu Łączności, 1968, nr 1 (49).
2. Pawłowski W.: Rozkład współczynnika refrakcji w regionie południowego Bałtyku w okresie lata 1964 roku z uwzględnieniem typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza. Acta Geophysica Polonica, 1967, t. XV, nr 4, s. 335—343.
3. Bean R. B.: Some meteorological effects on scattered radiowaves, IRE Transactions, 1956, t. CS-4, nr 1, III.
4. Jasiński S.: Wyznaczenie współczynników refrakcji atmosferycznej fal radiowych dla Warszawy. Acta Geophysica Polonica, 1965, t. XIII, nr 3.
5. Fisz M.: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. PWN, Warszawa, 1958.
6. Linder A.: Statistische Methoden, Birkhäuser Verlag, Basel, 1960.
7. Pawłowski W.: O możliwości przewidywania warunków propagacji fal metro-
wych na podstawie typowych danych służby meteorologicznej. Prace Instytutu Łączności, 1968, nr 1 (49).

В. Павловски

КОРРЕЛЯЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕФРАКЦИИ И НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ НА ТРОПОСФЕРНОЙ МОРСКОЙ ТРАССЕ С УЧЕТОМ ТИПА АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ И РОДА ВОЗДУХА

Резюме

Доказано влияние типа атмосферной циркуляции и рода воздушной массы на корреляцию между напряженностью поля на внегоризонтной тропосферной трассе в южном районе Балтийского моря и значениями при поверхности земли коэффициентов рефракции т. е. значения N и его составляющей N_w , учитывающей влияние влажности и температуры воздуха. Результаты работы доказывают равноценность обоих этих параметров. В связи с этим для оценки условий распространения метровых волн предложено использовать коэффициент рефракции N_w подобным способом как коэффициент N .

W. Pawłowski

CORRELATION BETWEEN THE REFRACTION INDEX AND FIELD STRENGTH IN THE TROPOSPHERIC SEA PATH, WHEN THE TYPE OF ATMOSPHERE AIR CIRCULATION AND THE KIND OF AIR MASS ARE TAKEN INTO ACCOUNT

Summary

In the Paper is proved the influence of the type of atmosphere air circulation and of the kind of air upon the correlation in the transhorizon tropospheric sea

path in the south Baltic sea area between field strength and values of refractive indices at earth surface i. e. the value N and the value of its component N_w , taking into account the air humidity and temperature.

The research results point out the equivalence of these both parameters.

So for the estimation of propagation conditions of meter waves the use of the refraction index N_w is in like a manner as of the refraction index N is proposed.

W. Pawłowski

CORRÉLATION ENTRE L'INDICE DE RÉFRACTION ET L'INTENSITÉ DU CHAMP SUR UN TRAJET TROPOSPHÉRIQUE MARITIME TENANT COMPTE DU TYPE CIRCULATION DE L'AIR ET DE L'ESPÈCE DE LA MASSE D'AIR

Résumé

On a démontré l'influence du type de circulation de l'air et de l'espèce de la masse d'air sur la corrélation entre l'intensité du champ sur un trajet troposphérique transhorizon dans la région sud de la mer Baltique et les valeurs à proximité de la surface de terre c.à.d. la valeur de l'indice de réfraction N et celle de sa composant experiment l'influence de l'humidité et de la température de l'air N_w .

Les résultats de l'étude prouvent l'équivalence de ces deux paramètres. En conséquence pour apprécier les conditions de propagation des ondes métriques on a proposé l'utilisation de l'indice de réfraction N_w de même que l'indice N .

W. Pawłowski

KORRELATION DES REFRAKTIONSFAKTORS UND DER FELDSTÄRKE AUF DER TROPOSPHÄRISCHEN SEESTRECKE MIT BERÜCKSICHTIGUNG DES ATMOSPHERISCHEN ZIRKULATIONSTYPUS UND DER LUFTMASSENART

Zusammenfassung

Man hat den Einfluss des Typus der atmosphärischen Zirkulation und der Luftmassenart auf die Korrelation zwischen der Feldstärke auf einer Überhorizontstrecke im Gebiet der südlichen Ostsee und dem bei der Erdoberfläche gemessenen Wert N sowie seiner Komponente N_w , die den Einfluss der Feuchtigkeit und der Temperatur auf N erfasst, nachgewiesen. Die Ergebnisse der Arbeit weisen auf die Gleichwertigkeit dieser beiden Parameter hin. Man hat deswegen die Ausnutzung des N_w — Wertes zur Bewertung der Ausbreitungsbedingungen der Meterwellen in ähnlicher Weise wie des N -Wertes vorgeschlagen.

WIKTOR PAWŁOWSKI

621.371.378.029.62:621.391.812.61

O MOŻLIWOŚCI PRZEWIDYWANIA WARUNKÓW PROPAGACJI FAL METROWYCH NA PODSTAWIE TYPOWYCH DANYCH SŁUŻBY METEOROLOGICZNEJ

Rękopis dostarczono do Komitetu Redakcyjnego dnia 14.II.1967 r.

Do określenia warunków propagacji opracowano metodę, której istota polega na posługiwaniu się czynnikami meteorologicznymi. Wykazano przydatność do tego celu typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza. Do wyznaczenia wartości parametrów określających warunki propagacji wykorzystano proste regresji natężenia pola względem wartości N_{10} , ewentualnie wartości N .

1. WPROWADZENIE

Zagadnienie przewidywania warunków propagacji fal metrowych, w sposób podobny, jak to ma miejsce w przypadku fal krótkich nie jest do tej pory rozwiązane. Ze względu na to, że środowiskiem propagacji fal metrowych jest troposfera, droga do rozwiązania tego zagadnienia prowadzi przez poznanie powiązania warunków propagacji fal metrowych z różnymi czynnikami meteorologicznymi.

Służą temu zadaniu badania radicklimatologiczne, polegające na uwzględnieniu pory doby, pory roku, warunków synoptycznych, klimatologicznych itp. Przykładem może być praca *du Castela* [1], który badał wpływ klimatu na warunki propagacji. Do tej grupy należy fragment relacjonowanego tu tematu, w którym zajmowano się radioklimatem regionu południowego Bałtyku w porze letniej [2]. Dotychczas stosowane przy projektowaniu sieci i łączy radiokomunikacyjne materiały, jak np. krzywe propagacji CCIR, bazują na pomiarach wykonanych w różnych regionach geograficznych bez uwzględnienia warunków meteorologicznych itp. Dlatego charakteryzują się dużymi rozrzutami. Badania radioklimatu prowadzą do zmniejszenia rozrzutów i tym samym do trafności przewidywania.

Inna grupa metody poprawy trafności przewidywania wprowadza do oceny warunków propagacji fal metrowych specjalne parametry, obliczane na podstawie wielkości meteorologicznych. Do tej grupy metod należą badania korelacji między parametrami natężenia pola a paramet-

rami meteorologicznymi. Dużą rolę odegrały tu prace *Beana* [3], który zastosował do oceny warunków propagacji wartość N przy powierzchni ziemi [3]. W dalszych pracach stosuje *Bean* do tego celu gradient N , obliczany jako różnica wartości przy powierzchni ziemi i na wysokości 1 km.

Metoda użyta w tej pracy łączy cechy obu omówionych grup metod. Stosuje się czynniki synoptyczne do grupowania warunków propagacji i jednocześnie pewne parametry do oceny warunków propagacji. Korzysta się z wyników etapu pracy, w którym badano korelację między parametrami natężenia pola a wartością N i N_w przy uwzględnieniu typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza [4]. Wyniki [4] można streścić w sposób następujący. Wartości współczynników korelacji między parametrami natężenia pola a wartością N_w jak i N , obliczone dla poszczególnych pór doby, są małe. Parametry natężenia pola wyznaczono na podstawie półgodzinnych rejestracji. Jeżeli pogrupuje się pomiary według typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju mas powietrza i zbada korelację wewnątrz w ten sposób utworzonych obiektów, uwidacznia się znaczne zróżnicowanie wartości współczynników korelacji. Co najmniej niektóre z nich mogą mieć znaczenie praktyczne. Stwierdzono także, że korelacja między parametrami natężenia pola a wartością N lub N_w jest podobna, co wskazuje na możliwość zastąpienia wartości N wartością N_w .

Przedmiotem dociekań w tej pracy jest zbadanie możliwości wykorzystania tych zjawisk przy prognozie warunków propagacji fal metro-
wych.

2. REGRESJA PARAMETRÓW NATĘŻENIA POŁA POD WZGLĘDEM WARTOŚCI N I N_w

Współczynnik korelacji jest miarą stopnia zależności liniowej między dwiema zmiennymi. Określa on, w jakim stopniu zmiany jednej ze zmiennych są uwarunkowane zmianami drugiej zmiennej, a w jakim stopniu są przypadkowe. Do pełnego jednak poznania zależności statystycznej to nie wystarcza, trzeba znać także regresję jednej zmiennej zależnej ze względu na drugą zmienną uważaną za niezależną, czyli o ile średnio powinna się zmienić wartość zmiennej zależnej przy określonej zmianie zmiennej traktowanej jako niezależna. Zagadnienie sprowadza się do wyznaczenia współczynników regresji. Dla oszacowania tych współczynników korzystano z metody najmniejszych kwadratów [6, 7]. Otrzymane równania przedstawiają proste najlepszej zgodności w sensie tej metody. Mają one postać

gdzie:

$$Y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$$

\bar{y} — przeciętna wartość zmiennej zależnej,

\bar{x} — przeciętna wartość zmiennej niezależnej,

b — współczynnik kierunkowy prostej.

Współczynnik b określa przeciętną zmianę zmiennej zależnej przy zmianie zmiennej niezależnej o jednostkę. Jest to więc wielkość interesująca z punktu widzenia prognozowania, jeśli za zmienną niezależną przyjmą wartość N lub N_w , a za zmienną zależną parametr natężenia pola.

Wartościom y i \bar{x} odpowiadają przeciętne wartości parametrów natężenia pola oraz wartości N i N_w przy poszczególnych typach cyrkulacji atmosferycznej względnie rodzaju masy powietrza. Określeniem tych przeciętnych zajmowano się w [2] i [5].

Współczynniki kierunkowe regresji wartości przeciętnej i częstości wahań natężenia pola ze względu na wartość N względnie N_w są podane w tabl. 1. Obliczono je na podstawie tego samego materiału pomiaro-

Tablica 1

Godzina pomiaru	Czynnik synoptyczny	Współczynnik regresji			
		wartość przeciętna		częstość wahań	
		N	N_w	N	N_w
6 ⁰⁰	A_1 ¹⁾	0,6	0,5	-0,5	-0,3
	A_2 ²⁾	0,4	0,3	-1,9	-1,3
	C ³⁾	-0,1	0,1	1,6	1,3
	PPm ⁴⁾	0,1	0,1	-0,4	0,0
	PPm_s ⁵⁾	-0,1	-0,2	2,7	2,4
	PPm_c ⁶⁾	0,2	-0,7	1,1	2,2
12 ⁰⁰	A_1	0,2	0,1	0,6	0,5
	A_2	0,3	0,3	-1,3	-0,7
	C	0,3	0,2	-0,6	-0,2
	PPm	0,4	0,3	-1,5	-0,5
	PPm_s	0,2	-0,1	0,1	0,7
	PPm_c	-0,1	0,1	1,8	3,0
18 ⁰⁰	A_1	0,1	0,0	0,3	0,2
	A_2	0,4	0,4	-0,5	-0,4
	C	0,2	0,2	-1,7	-1,2
	PPm	0,3	0,3	-1,4	-1,1
	PPm_s	0,6	0,2	-4,3	-0,7
	PPm_c	0,2	0,2	0,6	0,7

¹⁾ A_1 — nad trasą lub w bezpośrednim jej pobliżu znajduje się ośrodek o cyrkulacji antycyklonalnej.

²⁾ A_2 — trasa znajduje się w zasięgu wpływów układu o cyrkulacji antycyklonalnej.

³⁾ C — nad trasą lub w bezpośrednim jej pobliżu znajduje się ośrodek o cyrkulacji cyklonalnej lub trasa znajduje się w zasięgu wpływów układu o cyrkulacji cyklonalnej.

⁴⁾ PPm — powietrze polarno-morskie.

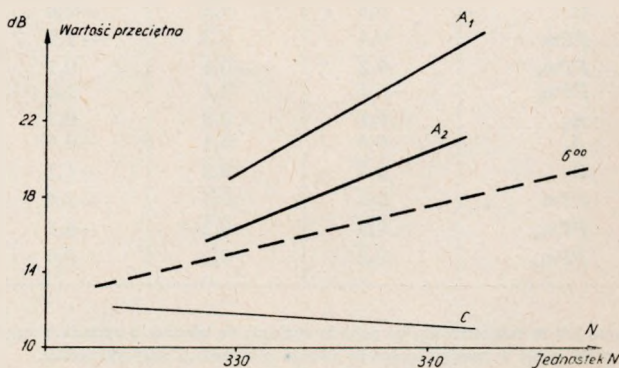
⁵⁾ PPm_s — powietrze polarno-morskie stare.

⁶⁾ PPm_c — powietrze polarno-morskie ciepłe.

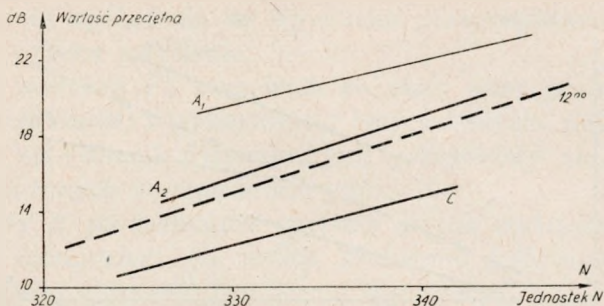
wego, jaki podano w [2], [4] i [5]. Ponieważ w pracach tych omówiono wyczerpująco sposób opracowania pomiarów i klasyfikowania warunków meteorologicznych, danych technicznych trasy itp., informacje te nie są tu powtarzane. Pomiary wykonywane w okresie VII—IX 1964 na trasie Emmaboda — Gdańsk.

Zgodnie z tym co powiedziano wcześniej, współczynniki w tablicy przedstawiają, o ile zmienia się średnio wartość natężenia pola i jego częstość wahań przy zmianie wartości N względnie N_w o jednostkę. Współczynnik kierunkowy regresji wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N lub N_w podany jest w decybelach na jednostkę N , a częstość wahań natężenia pola względem tych samych wielkości w cyklach na godzinę na jednostkę N .

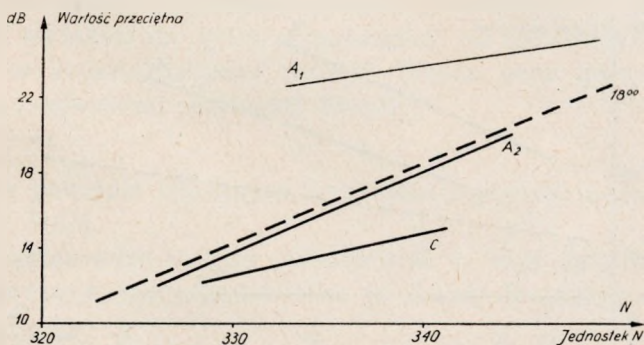
Znaczenie praktyczne mogą mieć tylko współczynniki regresji, którym odpowiada dostatecznie silny stopień zależności między zmiennymi. Oznacza to, że współczynnik korelacji powinien być dostatecznie duży i jednocześnie błąd standardowy oceny, będący miarą rozrzutu regresji — dostatecznie mały. Zagadnienie to badano w [4]. Obiekty spełniające ten warunek są w tabl. 1 podkreślone. Proste regresji przy stosowaniu podziału wg czynników synoptycznych, dla pór pomiaru, o których występuje choć jedna regresja istotna na poziomie istotności 0,05, są określone na rys. 1÷16. *Linią ciągłą* wykreślone są regresje wewnątrz obiektów, *linią przerywaną* wykreślono proste regresji obliczone przy traktowaniu danych z jednej pory pomiaru jako jednej próby, a więc bez uwzględnienia czynników synoptycznych. *Linią grubą* przedstawiono regresje istotne na poziomie istotności 0,05, a *linią cieką* regresje nieistotne na tym poziomie.



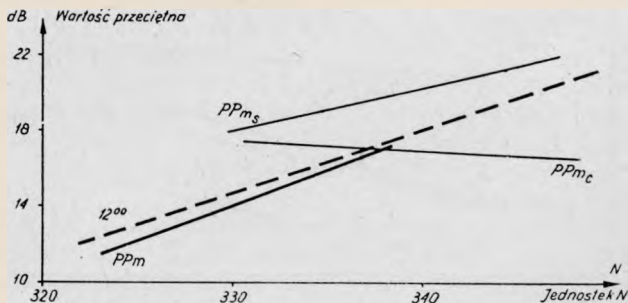
Rys. 1. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 6⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



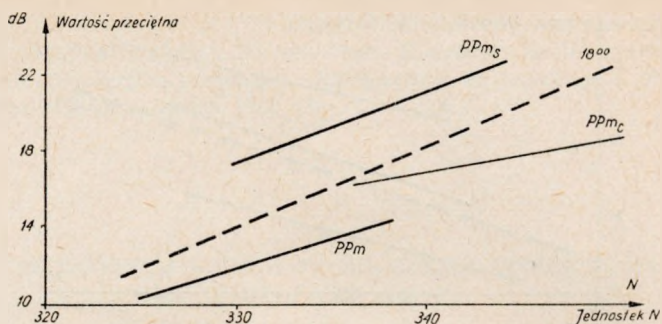
Rys. 2. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 12⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



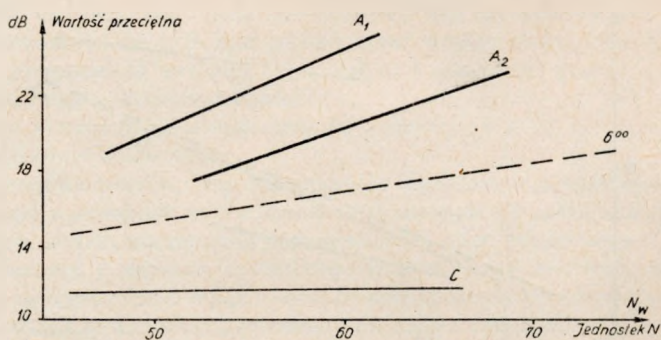
Rys. 3. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 18⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



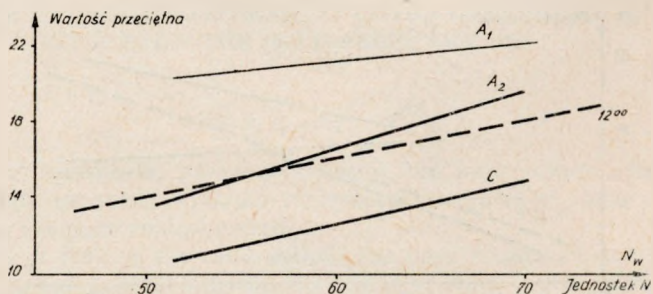
Rys. 4. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg rodzaju masy powietrza. Godzina pomiaru 12⁰⁰. Regresje nie różnią się na poziomie istotności 0,05



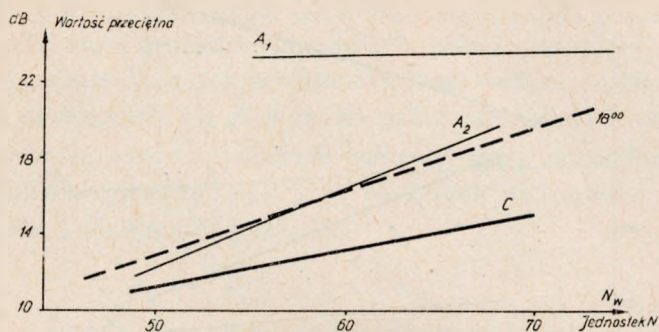
Rys. 5. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg rodzaju masy powietrza. Godzina pomiaru 18⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



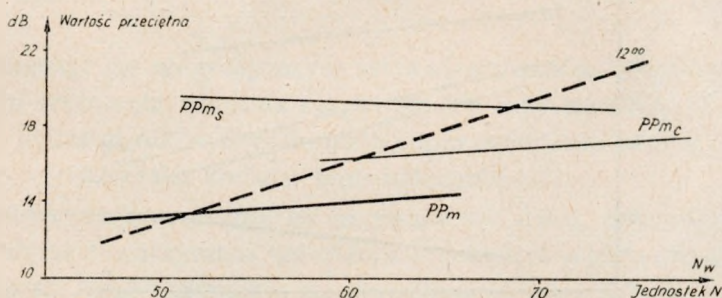
Rys. 6. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 6⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



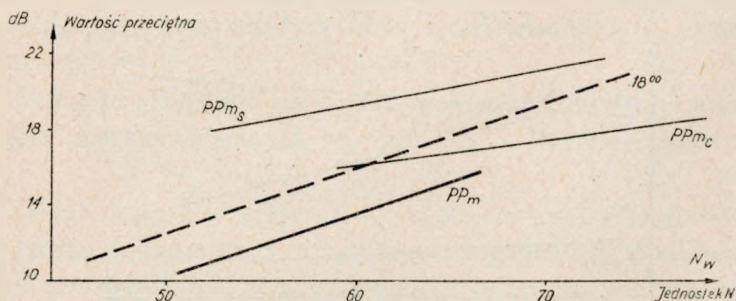
Rys. 7. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 12⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



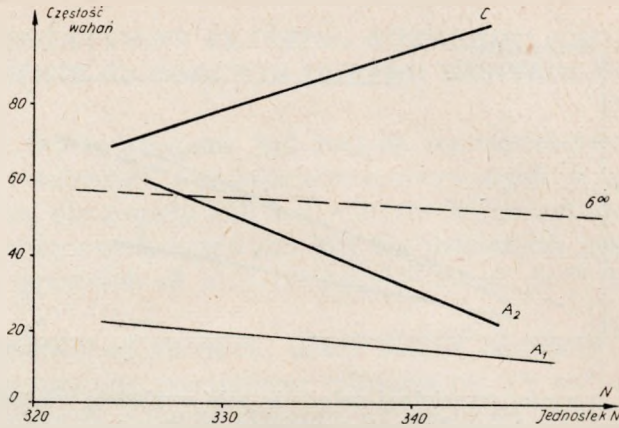
Rys. 8. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 18⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



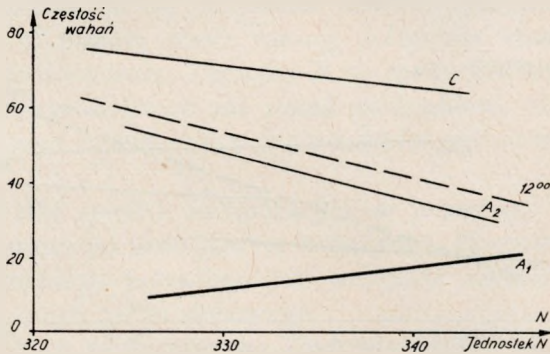
Rys. 9. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg rodzaju masy powietrza. Godzina pomiaru 12⁰⁰. Regresje nie różnią się na poziomie istotności 0,05



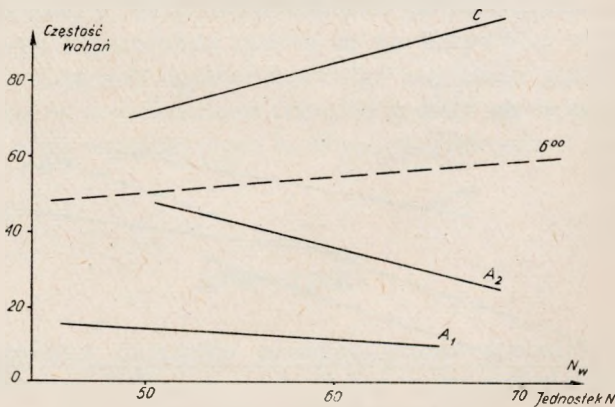
Rys. 10. Regresja wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg rodzaju masy powietrza. Godzina pomiaru 18⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



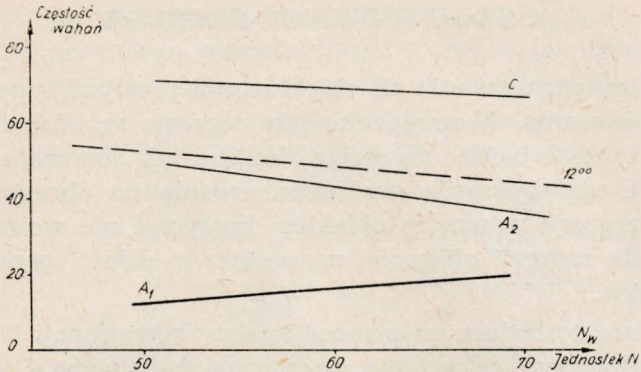
Rys. 11. Regresja częstości wahań napięcia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 6⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



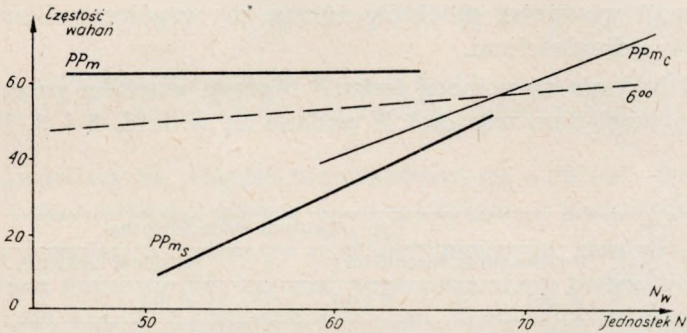
Rys. 12. Regresja częstości wahań napięcia pola względem wartości N ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 12⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



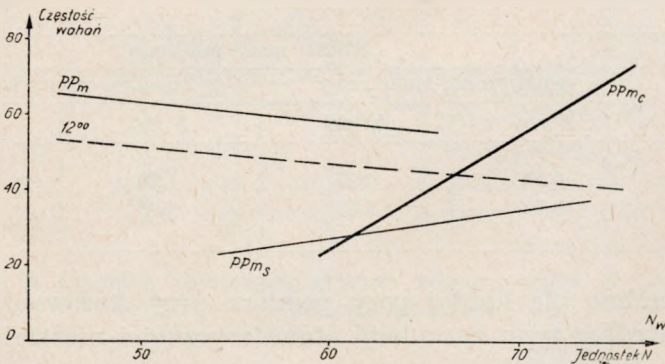
Rys. 13. Regresja częstości wahań napięcia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 6⁰⁰. Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



Rys. 14. Regresja częstości wahań napięcia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg typu cyrkulacji atmosferycznej. Godzina pomiaru 12^{00} . Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05



Rys. 15. Regresja częstości wahań napięcia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg rodzaju masy powietrza. Godzina pomiaru 6^{00} . Regresje nie różnią się na poziomie istotności 0,05



Rys. 16. Regresja częstości wahań napięcia pola względem wartości N_w ze stacji Utklippan. Podział wg rodzaju masy powietrza. Godzina pomiaru 12^{00} . Regresje różnią się na poziomie istotności 0,05

3. ZRÓŻNICOWANIE REGRESJI

Warunkiem posługiwania się obiektowymi prostymi regresji jest ich istotne zróżnicowanie. W przypadku gdy regresje są istotne, ale przedstawiające je proste bardzo do siebie zbliżone lub obarczone tak dużym rozrzutem, że nie wykazują one zróżnicowania na obranym poziomie istotności, z regresji wewnątrz obiektów korzystać nie wolno. Pozostaje wspólna prosta regresji obliczona na podstawie całości pomiarów, o ile jest ona istotna.

Zagadnienie to badano za pomocą analizy kowariancji [6, 7] starając się uzyskać odpowiedź na pytanie, czy można skonstruować jedną wspólną prostą regresji, czy też powinno się posługiwać prostymi obiektowymi. Zadanie sprowadza się więc do porównania prostych regresji wewnątrz obiektów. Jednej wspólnej prostej regresji nie można skonstruować, gdy proste regresji wewnątrz obiektów różnią się współczynnikami kierunkowymi albo odległościami.

Wyniki badania za pomocą testu F regresji wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N podane są w tabl. 2 i 3. Badania te

Tablica 2

Pora pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
6 ⁰⁰	3,44	3,13	17,38	3,13
12 ⁰⁰	0,09	3,13	4,27	3,13
18 ⁰⁰	0,42	3,16	0,65	3,15

Tablica 3

Pora pomiaru	Rodzaj masy powietrza			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
6 ⁰⁰	0,53	2,75	1,20	2,74
12 ⁰⁰	0,92	2,78	3,98	2,76

wykonano osobno dla każdej pory pomiaru przy stosowaniu podziału na obiekty według typu cyrkulacji atmosferycznej i niezależnie od rodzaju masy powietrza.

Jak widać z tabl. 2 i 3, regresje nie zawsze są zróżnicowane na poziomie istotności 0,05. Interpretacja wyników będzie omówiona przy-

kładowo dla przypadku, gdy brano pod uwagę typ cyrkulacji atmosferycznej.

O godzinie 6⁰⁰ regresje obiektowe są istotnie zróżnicowane. Obiektowe proste regresji różnią się współczynnikami kierunkowymi i odległość między nimi jest istotna.

Regresje istotne (tabl. 1) występują w obiektach A_1 i A_2 . W obu tych przypadkach należy stosować regresje wewnątrz obiektów. Regresja wewnątrz obiektu C jest nieistotna.

O godzinie 12⁰⁰ proste regresji różnią się odległościami od początku układu współrzędnych. Nachylenie ich nie jest istotnie zróżnicowane. Proste regresji można skonstruować dla obiektów A_2 i C .

O godzinie 18⁰⁰ nie ma istotnego zróżnicowania współczynników kierunkowych prostych regresji i ich odległości od początku układu współrzędnych. Należy skonstruować jedną wspólną prostą regresji i zbadać czy jest ona istotna.

W tablicach 4 i 5 podano testy F dla regresji wartości przeciętnej natężenia pola względem wartości N_w . Wyniki są podobne jak w przy-

Tablica 4

Pora pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
6 ⁰⁰	3,13	3,13	19,76	3,13
12 ⁰⁰	0,36	3,13	6,52	3,13
18 ⁰⁰	1,25	3,16	7,57	3,15

Tablica 5

Pora pomiaru	Rodzaj masy powietrza			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
12 ⁰⁰	0,61	2,74	1,77	2,74
18 ⁰⁰	0,23	2,78	4,30	2,76

padku wartości N . Dodatkowo w porównaniu z wartością N występuje istotne zróżnicowanie regresji przy stosowaniu podziału według typu cyrkulacji atmosferycznej dla pory pomiaru — 18⁰⁰.

Rozpatrując regresję częstości wahań natężenia pola względem wartości N stwierdza się, że jest ona istotna, gdy grupuje się według typu cyrkulacji atmosferycznej dla pory pomiaru 6⁰⁰ i 12⁰⁰. Jak widać

z tablicy 6, proste regresji wewnątrz obiektów są wówczas istotnie zróżnicowane.

Podobnie zachowują się regresje obiektowe względem wartości N_w . W porównaniu z wartością N występują w tym przypadku istotne korelacje obiektowe także w obiektach utworzonych przy uwzględnieniu rodzaju masy powietrza. Nie są one jednakże istotnie zróżnicowane. Wyniki testu F podano w tabl. 7 i 8.

Tablica 6

Pora pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
6 ⁰⁰	2,78	3,13	12,34	3,13
12 ⁰⁰	0,32	3,13	5,10	3,13

Tablica 7

Pora pomiaru	Typ cyrkulacji atmosferycznej			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
6 ⁰⁰	2,05	3,13	12,34	3,13
12 ⁰⁰	0,22	3,13	5,77	3,13

Tablica 8

Pora pomiaru	Rodzaj masy powietrza			
	współczynnik kierunkowy		odległość prostych regresji	
	F obl	F tabl	F obl	F tabl
6 ⁰⁰	0,14	2,74	0,66	2,74
12 ⁰⁰	0,87	2,74	2,74	2,74

4 WNIOSKI

Wydaje się, że wyniki pracy świadczą o słuszności koncepcji zastosowanej metody. Metoda ta polega na stosowaniu wartości N_w , można także używać wartość N jako parametru oceny warunków propagacji. W tym celu posługuje się ona krzywymi regresji parametrów natężenia pola względem wartości N_w . Nie stosuje się jednej wspólnej krzywej

regresji, ale konstruuje się te proste dla różnych warunków synoptycznych. W pracy wykazano celowość uwzględnienia typu cyrkulacji atmosferycznej oraz rodzaju masy powietrza^{*)}, a także pory doby. Czynniki meteorologiczne wykorzystuje się więc w dwojaki sposób: po pierwsze do grupowania warunków propagacji i po wtóre do wyznaczania wartości N_w .

Istotną cechą metody jest stosowanie testów statystycznych dla zbadania istotności stwierdzonych zależności doświadczalnych i zróżnicowania tych zależności. Umożliwiło to podział warunków synoptycznych na takie, przy których zależności między natężeniem pola a wartością N_w są istotne, i na takie, przy których zależności te są obarczone tak dużym rozrzutem, że należy je uważać za przypadkowe. Pozwoliło to poznać sytuacje synoptyczne, w których warunki propagacji można przewidzieć ze stosunkowo dużym prawdopodobieństwem i sytuacje, przy których z góry wiadomo, że przewidywanie jest niemożliwe ze względu na występujące duże rozrzuty.

Fakt ten wskazuje na to, że wartość N_w oraz wartość N nie są uniwersalnymi parametrami, oceniającymi warunki propagacji równie dobrze w różnych sytuacjach. Mogą one do tego celu z pożytkiem służyć tylko w określonych warunkach.

W pracy wykazano słuszność zastosowania wartości N_w , jako parametru oceniającego warunki propagacji zamiast lub łącznie z wartością N . Korelacja i regresja — ich istotność i zróżnicowanie natężenia pola względem wartości N_w są podobne jak względem wartości N . Zbliżone są też wartości współczynników regresji i korelacji. Za posługiwaniem się wartością N_w przemawia prosty wzór.

Równoważność wartości N i wartości N_w oznacza, że ujmują one wpływ tych samych wielkości na propagację fal metrowych — wilgotności i temperatury powietrza. Pozostaje zagadnienie właściwego sposobu uwzględnienia wpływu ciśnienia powietrza. To, że wpływ pola barycznego istnieje wynika choćby z faktu, że warunki propagacji są silnie uzależnione od typu cyrkulacji atmosferycznej.

Ważną cechą metody jest bardziej wszechstronne zbadanie zależności natężenia pola od czynników meteorologicznych. W pracy badano wartość przeciętną i odchylenie standardowe półgodzinnego rozkładu natężenia pola w okresie pomiarów oraz częstość wahań natężenia pola. Zależności dla odchylenia standardowego okazały się nieistotne, dlatego nie zostały tu przytoczone. W literaturze badania ograniczają się najczęściej do średnich natężenia pola [3].

*) Lepszym podziałem jest podział według typu cyrkulacji atmosferycznej.

Wartości współczynników regresji, podane w [3], dochodziły do 0,2 dB/N. Podobnego rzędu były wartości tego współczynnika w badanym regionie przy łącznym traktowaniu pomiarów. Regresje wewnątrz niektórych obiektów dochodziły do 0,6 dB/N.

Wartości współczynników korelacji między natężeniem pola a wartością N_w dochodzą do rzędu 0,5÷0,6. Są więc podobnego rzędu jak w innych pomiarach tego typu przy rozpatrywaniu wartości przeciętnej natężenia pola *). Dla częstości wahań natężenia pola brak danych porównawczych. Podobnie jest z informacjami na temat istotności stwierdzonych zależności.

Jak świadczą materiały wieloletnie odnośnie występowania rodzajów mas powietrza [8], lata 1964 roku nie można uważać za typowe. Mogło to mieć wpływ przede wszystkim na wyniki pomiarów bez uwzględnienia czynników synoptycznych. Zależności wewnątrz obiektów przy braniu pod uwagę czynników synoptycznych nie powinny być obarczone dużym błędem. To pewne uniezależnienie się od specyfiki pogody w różnych latach stanowi jeszcze jedną zaletę metody. W pracy korzystano, zgodnie z jej tytułem, z typowych danych służby meteorologicznej [5]. Dane te uzyskiwano z PIHM w Gdyni.

Powyższe wnioski świadczą o przydatności proponowanej metody. Pozostał szereg zagadnień do wyjaśnienia, takich jak np. wpływ długości trasy, pory roku itp. Praca nie mogła dać odpowiedzi na te pytania. Przekraczało to możliwości organizacyjno-techniczne. Jak napisano na wstępie, zadaniem pracy było sprawdzenie proponowanej metody w praktyce.

Tematyka pracy odpowiada problemowi studiów CCIR 2/V [9]. Wyniki pracy stanowią przyczynek do poznania radioklimatu południowego Bałtyku. Praca dotyczyła też parametrów do oceny warunków propagacji fal metrowych. Wskazała ona szereg problemów, które powinny być opracowane. Jednym z nich jest wspomniany już właściwy sposób uwzględnienia wpływu pola barycznego.

Prace nad tymi zagadnieniami są kontynuowane.

WYKAZ LITERATURY

1. *Du Castel F.*: Resultats experimentary en propagation tropospherique transhorizon, Monograph on radiowave propagation in the troposphere, Elsevier Publishing Company, Amsterdam — New York, 1932.
2. *Pawłowski W.*: Wpływ typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza na natężenie pola na pozahoryzontowej trasie morskiej. Prace Instytutu Łączności, 1968, nr 1 (49).

*) Przy badaniu średnich miesięcznych *Bean* otrzymał współczynnik korelacji około 0,8.

3. *Bean B. R.*: Some meteorological effects on scattered radiowaves, IRE Transactions, vol. CS-4, No 1, III, 1956.
4. *Pawłowski W.*: Korelacja współczynnika refrakcji i natężenia pola na troposferycznej trasie morskiej z uwzględnieniem wpływu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza. Prace Instytutu Łączności, 1968, nr 1 (49).
5. *Pawłowski W.*: Rozkład współczynnika refrakcji w regionie południowego Bałtyku w okresie lata 1964 roku z uwzględnieniem typu cyrkulacji atmosferycznej i rodzaju masy powietrza, Acta Geophysica Polonica, Vol. XV, nr 4, 1967, s. 335—343.
6. *Fisz M.*: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. PWN, Warszawa, 1958.
7. *Linder A.*: Statistische Methoden, Birkhäuser Verlag, Basel 1960.
8. *Rafałowski S., Bałaszewska J., Reutt F.*: Częstość występowania poszczególnych mas powietrza w Polsce. Wiadomości służby hydrologicznej i meteorologicznej, t. III, zeszyt 5, 1955.
9. Dokumenty końcowe XI sesji CCIR — Oslo 1966, t. II, Genewa 1967.

В. Павловски

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДВИДЕНИЯ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕТРОВЫХ ВОЛН НА ОСНОВАНИИ ТИПОВЫХ ДАННЫХ МЕТЕОСЛУЖБЫ

Резюме

Для определения условий распространения был разработан метод, основанный на использовании метеорологических факторов.

Доказана пригодность для этой цели типа атмосферной циркуляции и рода воздушной среды.

Для получения значений параметров, определяющих условия распространения, были использованы линейные зависимости регрессии напряженности поля относительно коэффициентов рефракции N_w или N .

Другое существенное свойство метода заключается во всестороннем применении методов математической статистики для проверки экспериментальных зависимостей.

Измерения выполненные летом 1964 г. на трассе Эмбаода—Гданьск доказали правильность этого метода. Доказано, что предлагаемый метод позволяет увеличить верность предвидения (прогноза) условий распространения.

W. Pawłowski

FORECAST POSSIBILITY OF CONDITIONS OF THE METER WAVES PROPAGATION USING THE TYPICAL DATA OF METEOROLOGICAL SERVICE

Summary

The method based on application of meteorological data for determining propagation conditions is elaborated.

The usefulness of data concerning the atmosphere air circulation type and the kind of air mass is shown.

For determining the parameter values defining the conditions of meter waves propagation the linear relations between field strength and refraction indices N_w or N are used.

Another essential feature of the method is an all-round use of mathematical statistics permitting the verification of the experimentally found relations.

The measurements performed in summer 1964 in the Emmaboda—Gdańsk path proved the method to be right. It is shown that the proposed method permits to increase accuracy of propagation conditions forecasts.

W. Pawłowski

PRÉVISIONS POSSIBLES DES CONDITIONS DE PROPAGATION D'ONDES
MÉTRIQUES À LA BASE DES DONNÉES TYPQUES DE SERVICE
MÉTÉOROLOGIQUE

R é s u m é

On a présenté une méthode de déterminer les conditions de propagation dont le principe consiste en utilisation des données typiques de météorologie.

On y a démontré l'utilité de la connaissance du type de mouvement de l'air et de l'espèce de la masse d'air.

Pour préciser les valeurs de paramètres déterminant les conditions de propagation on a mis à profit les relations linéaires de régression entre l'intensité du champ et les indices de réfraction N_w et N .

On a largement employé les méthodes d'analyse statistique afin de vérifier les relations obtenues d'une façon expérimentale.

Les mesurages effectués en été 1964 sur le trajet Emmaboda—Gdańsk prouvent la justesse de la méthode. On a démontré que la méthode proposée permet d'augmenter l'exactitude des prévisions des conditions de propagation.

W. Pawłowski

ÜBER DIE MÖGLICHKEIT DER VORAUSSICHT DER AUSBREITUNGS-
BEDINGUNGEN VON METERWELLEN AUF GRUND DER TYPISCHEN DATEN
DES METEOROLOGISCHEN DIENSTES

Z u s a m m e n f a s s u n g

Zur Bestimmung der Ausbreitungsbedingungen hat man eine Methode bearbeitet, die im wesentlichen darauf besteht, dass man sich der meteorologischen Faktoren bedient.

Es wurde nachgewiesen, dass zu diesem Zwecke der atmosphärische Zirkulationstypus und die Luftmassenart brauchbar sind.

Zur Bestimmung der Parameterwerte der Ausbreitungsbedingungen hat man lineare Beziehungen der Feldstärkeregression gegenüber Refraktionsfaktoren N_w bzw. N ausgenützt.

Ein anderes wesentliches Merkmal der Methode liegt in der Anwendung im ganzen Umfang der mathematischen Statistikmethoden zur Bestätigung der experimentell gefundenen Abhängigkeiten.

Die im Sommer 1964, auf der Strecke Emmaboda—Gdańsk ausgeführte Messungen haben die Richtigkeit dieser Methode nachgewiesen. Es wurde gezeigt, dass die vorgeschlagene Methode die Richtigkeit der Voraussichten der Ausbreitungsbedingungen zu erhöhen erlaubt.

SOMMAIRE

1. <i>S. Jasiński</i> — Comportement de la couche ionosphérique <i>F2</i> au cours de l'éclipse du Soleil, le 15 février 1961	15
2. <i>S. Walaszek</i> — Application du sondage progressif de quotient pour contrôler l'état technique d'un central téléphonique	38
3. <i>W. Pawłowski</i> — Influence du type de circulation de l'air et de l'espèce de la masse d'air sur l'intensité du champ d'un trajet maritime transhorizon	54
4. <i>W. Pawłowski</i> — Corrélation entre l'indice de réfraction et l'intensité du champ sur un trajet troposphérique maritime tenant compte du type circulation de l'air et de l'espèce de la masse d'air	62
5. <i>W. Pawłowski</i> — Prévisions possibles des conditions de propagation d'ondes métriques à la base des données typiques de service météorologique	78

INHALTSVERZEICHNIS

1. <i>S. Jasiński</i> — Das Verhalten der ionosphärischen <i>F2</i> -Schicht während der Sonnenfinsternis am 15 Februar 1961	15
2. <i>S. Walaszek</i> — Anwendung des Quotientenfolgetestes zur Abschätzung des technischen Zustandes eines Fernsprechamtes	39
3. <i>W. Pawłowski</i> — Der Einfluss des atmosphärischen Zirkulationstypus und der Luftmassenart auf die Feldstärke auf der Überhorizontseestrecke	54
4. <i>W. Pawłowski</i> — Korrelation des Refraktionsfaktors und der Feldstärke auf der troposphärischen Seestrecke mit Berücksichtigung des atmosphärischen Zirkulationstypus und der Luftmassenart	62
5. <i>W. Pawłowski</i> — Über die Möglichkeit der Voraussicht der Ausbreitungsbedingungen von Meterwellen auf Grund der typischen Daten des meteorologischen Dienstes	78

Cena zł 23,—