

**MIR**

SERIA

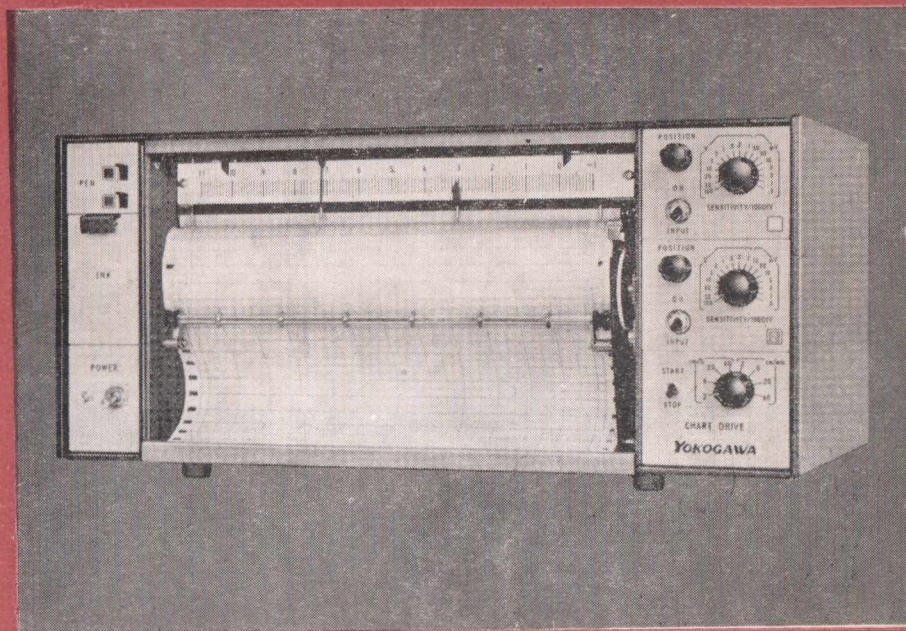
**C**

NR 35

STUDIA I MATERIAŁY

ZENON FRĘSKO, ANTONI PIOTROWSKI

# OPRACOWANIE SYSTEMU KOMPUTEROWEGO NA STATKU BADAWCZYM „PROFESOR SIEDLECKI“



GDYNIA 1977

M O R S K I I N S T Y T U T R Y B A C K I

OŚRODEK WYDAWNICZY

ZENON FRĘSKO, ANTONI PIOTROWSKI

## **OPROGRAMOWANIE SYSTEMU KOMPUTEROWEGO NA STATKU BADAWCZYM „PROFESOR SIEDLECKI“**

Pragamy z zakresu nawigacji, energetyki statku, dynamiki statku i zestawu trałowego, kartografii, hydroakustyki, oceanografii, ichtiologii, biologii morza, technologii i przetwórstwa rybnego oraz statystyki matematycznej

G d y n i a 1 9 7 7

M O R S K I I N S T Y T U T R Y B A C K I

Ośrodek Wydawniczy



## KOMITET REDAKCYJNY

Przewodniczący - doc. dr Ryszard Maj  
dr Kazimierz Siudziński, prof. dr Józef Popiel,  
dr Stanisław Rymaszewski, dr Zbigniew Karnicki,  
doc. dr Daniel Dutkiewicz, doc. dr Zygmunt Polański  
mgr Henryk Ganowiak  
mgr inż. Jerzy Pietkiewicz, -redaktor serii C

Redaktor  
Irena Abramowska  
Korektor  
Katarzyna Rutkiewicz

## SPIS TREŚCI

	str.
Wstęp .....	5
1. POLSYS - system operacyjny organizacji i sterowania bezpośrednim przetwarzaniem danych w czasie rzeczywistym .....	9
1.1. Ogólna charakterystyka komputera Elliott 905	9
1.2. Przeznaczenie i ogólna charakterystyka systemu POLSYS .....	11
1.3. Opisy funkcjonalne programów zgrupowanych na odpowiednich poziomach przerywań .....	18
1.3.1. Programy poziomu I .....	19
1.3.2. Programy poziomu II .....	20
1.3.3. Programy poziomu III .....	24
1.3.4. Programy poziomu IV A .....	25
1.3.5. Algorytmy obliczania pozycji statku .....	33
1.3.6. Program poziomu IV B /pakiet wymienny/ .....	41
1.3.7. Opis komunikacji człowiek - system .....	43
2. Zbiór programów specjalistycznych off - line	47
2.1. Kartografia rybacka - program MAPAK .....	47
2.1.1. Przeznaczenie programu .....	50
2.1.2. Charakterystyka programu .....	50
2.1.3. Algorytm obliczeń programu MAPAK .....	53
2.2. Hydroakustyka .....	55
2.2.1. Program SOUND .....	55
2.2.2. Program DMOMOR .....	58
2.3. Oceanografia .....	59



2.3.1. Zespół programów oceanograficznych OCEAN, OCEAN 1, OCEAN 2 .....	60
2.3.2. Program BISSET .....	65
2.3.3. Program PROFIL .....	71
2.4. Ichtiologia .....	76
2.4.1. Program WAGRYB .....	77
2.4.2. Program BERTAL .....	83
2.4.3. Program ZARYB .....	86
2.4.4. Program SZER .....	89
2.5. Biologia morza - program BIOMAS .....	90
2.6. Technologia rybacka - program ESTER 2 .....	93
2.7. Programy statystyczne i ogólnego przeznaczenia	94
2.7.1. Program MUREG .....	95
2.7.2. Program SYSTAM .....	99
Załączniki .....	103

## WSTĘP

Na przełomie i początku lat 1970, w trakcie budowy oceanograficzno-rybackiego statku naukowo-badawczego "Professor Siedlecki", projektowano w ówczesnym Ośrodku Badań Rybołówstwa Dalekomorskiego Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni, przy współpracy specjalistów FAO, statkowy, komputerowy system rejestracji i przetwarzania danych, bazujący na maszynie cyfrowej Elliott 905 oraz brytyjskim systemie dla okrętów hydrograficznych Hydroplot. Dla naszego statku i naszych potrzeb oraz wymogów skompletowano i zbudowano w Wielkiej Brytanii w roku 1971 system na zlecenie i z Fundacji FAO, a wiosną 1972 r. zamontowano go na statku.

Równolegle z budową statku specjaliści różnych dziedzin uściślali założenia metodyczne, armaturę i projektowe algorytmy przetwarzania informacji dla poszczególnych ciągów badawczych, wchodzących w komputerowy system badawczy statku.

Jako komputerowy system badawczy statku rozumie się tu funkcjonujący zespół metod badawczych i aparatury poszczególnych dziedzin badawczych, produkujących ciągi informacji w postaci wyników badań, przetwarzanych dalej w statkowym systemie rejestracji i przetwarzania na postać wyników użytkitarnych, w oparciu o zbiór programów użytkowych.



Projektowane programy nowe oraz modyfikowane niektóre z istniejących na łądzie /oceanograficzne, ichtiologiczne, statystyczne i inne/ były testowane i korygowane oraz uruchamiane sukcesywnie w trakcie pierwszych i następnych rejsów badawczych.

Rozruch eksploatacyjny programów, a szczególnie rozruch systemów wieloprogramowych, jest najbardziej żmudnym i czasochłonnym etapem w procesie programowania, tym bardziej, że dla niektórych ciągów badawczych dopiero w trakcie eksploatacji statku ukształtowały się realne, faktyczne zakresy i algorytmy przetwarzania.

Mając na uwadze rozwój dziedzin badawczych i zakres przetwarzania danych na statku i łądzie, prace nad oprogramowaniem procesów badawczych będą w dalszym ciągu ulegać rozwojowi, zgodnie z potrzebami użytkowników.

Uwzględniając programy przetwarzania, opisane w niniejszej pracy, jak również programy opracowane przez innych autorów, można uznać, że istnieją początki zintegrowanego systemu informatycznego, obejmującego całość prac badawczych na statku, z możliwością dalszego przetwarzania w ośrodkach obliczeniowych na łądzie.

Autorzy przedstawili w niniejszej pracy zbiór programów dla różnych dziedzin /które uruchomili doprowadzając aż do fazy eksploatacyjnej/ oraz swój wieloletni wkład pracy w oprogramowanie systemu badawczego statku. Starano się w możliwie przystępny sposób przedstawić przeznaczenie i walory użytkowe systemu komputerowego oraz programów. Dla przejrzystości dołączono schematy blokowe programów, wydruki wyników, a nawet algorytmy nie spotykane lub mniej rozpowszechnione w literaturze specjalistycznej. Bardziej zainteresowanych konstrukcją i eksploatacją programów odsyła się do dokumentacji programów lub do autorów poszczególnych programów.

Całość opracowania została podzielona na dwie zasadnicze części, zgodnie z charakterem i przeznaczeniem pro-

gramów. W pierwszej części przedstawiono opis systemu operacyjnego POLSYS do bezpośredniego przetwarzania danych w czasie rzeczywistym w reżimie on-line /tj. z czujników bezpośrednio podłączonych do komputera/. W drugiej części przedstawiono opisy programów użytkowych poszczególnych dziedzin badawczych dla przetwarzania danych w reżimie off-line /tj. przetwarzania danych, zwykle wprowadzanych z taśmy papierowej lub z czujników indywidualnym programem, nie związanym bezpośrednio z systemem POLSYS/.



# 1. P O L S Y S - SYSTEM OPERACYJNY ORGANIZACJI I STEROWANIA BEZPOŚREDNIM PRZETWARZANIEM DANYCH W CZASIE RZECZYWISTYM<sup>x</sup>

## 1.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KOMPUTERA ELLIOTT 905

Komputer Elliott 905 jest typowym komputerem do obliczeń numerycznych ogólnego przeznaczenia. Jest maszyną równoległą, asynchroniczną, o długości słowa 18 bitów, z czasem dostępu do pamięci 1,2  $\mu$ s, a więc bardzo szybko. Czas wykonania podstawowych maszynowych instrukcji arytmetycznych i logicznych wynosi około 3,7  $\mu$ s. Komputer pracuje w kodzie dwójkowym, uzupełnieniowym.

Aktualna pojemność pamięci operacyjnej wynosi 16 384 słowa /dwa moduły pamięci po 8 192 słów/, z możliwością bezpośredniej rozbudowy do 32 768, a nawet - przez odpowiednie przyłącza - do 131 072, pełnymi modułami /po 8 192 słowa/.

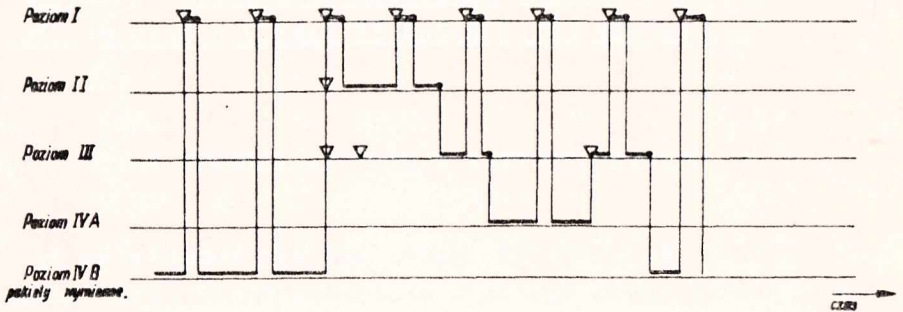
Centralny procesor umożliwia pracę programów w systemie czterech priorytetowych poziomów przerywań czasowych, a także pozwala na pracę w podziale czasowym /ang. time-sharing/ pomiędzy dwoma różnymi programami, co umożliwia

---

<sup>x</sup>W niniejszej części przedstawiono ogólną, krótką charakterystykę komputera produkcji brytyjskiej Elliott 905, budowy statkowego systemu rejestracji i przetwarzania danych oraz funkcjonalny opis wieloprogramowego systemu operacyjnego POLSYS.

tak zwana jednostka dyrygenta /ang. Dual Program Unit, skrót - DPU/.

Hierarchia poziomów przerywania występuje od poziomu I do IV /rys. 1/. Każdy wyższy poziom może przerywać tylko poziomy niższe w hierarchii. Programy na poziomach niższych pracują w czasie nie wykorzystywanym przez programy poziomów wyższych. Po przerwaniu i wykonaniu pracy programów na wyższym poziomie, sterowanie powraca do programu, którego bieg został przerwany.



- ▽ - wywołanie programów danego poziomu
- - zakończenie realizacji programów danego poziomu
- - realizacja programów na danym poziomie

Rys. 1. Przykład kolejności obsługi przerw

Tak więc z uwagi na stosunkowo krótkie słowo i dużą szybkość wykonywania operacji /ok. 300 000 na sekundę/, komputer Elliott 905 ma cechy szybkich minikomputerów, natomiast możliwość szerokiej rozbudowy pamięci operacyjnej oraz fakt istnienia jednostki dyrygenta /DPU/ zbliża go do komputerów średniej klasy.

Bazowym językiem programowania jest SIR /Symbolic Input Routine/ oraz dwie jego wersje mnemotechniczne /makro/ MASIR i SIRL. SIR jest zewnętrznym odpowiednikiem języka wewnętrznego maszyny i operuje pojedynczymi instrukcjami.



Dla języków algorytmicznych /autokodów/ ALGOL i FORTRAN istnieją programy-translatory w kilku wersjach dla konfiguracji pamięci operacyjnej 8 132 oraz dla 16 384 słów.

## 1.2. PRZEZNACZENIE I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU POLSYS

System POLSYS jest wieloprogramowym systemem operacyjnym, przeznaczonym do sterowania w czasie rzeczywistym obliczeniami danych wejściowych z czujników bezpośrednio połączonych do systemu komputerowego on-line, jak również do komunikacji komputer-człowiek poprzez urządzenia peryferyjne wejścia/wyjścia, a przede wszystkim realizuje dwa kompleksowe zadania:

- 1/ oblicza /dla prowadzenia bieżącej nawigacji i prac kartograficznych/ dokładną aktualną pozycję statku w jednonminutowych odstępach czasu, równoległe z dwóch urządzeń radionawigacyjnych oraz pozycję zliczoną, a także głębokość do dna oraz temperaturę powierzchniową morza. Zadania te realizują programy systemu POLSYS, załadowane w pierwszym module pamięci operacyjnej;
- 2/ umożliwia załadowanie i bieg wymiennych programów w drugim module pamięci operacyjnej w czasie nie wykorzystywanym /tzw. luzy/ przez programy systemu POLSYS.

Wymienne pakiety programów specjalistycznych mogą przetwarzać dane bezpośrednio w reżimie on-line z dowolnych czujników podłączonych do komputera /np. program PARAM, poz. 1.3.6./ lub mogą to być programy typu off-line. System POLSYS zabezpiecza dla nich odczyty czujników w określonych ratach czasowych i zapamiętanie wyników w buforach cyklicznych. Dalsze przetwarzanie uwarunkowane jest przyzwoleniem przez program dyrygenta systemu POLSYS /ang. executive/ w luzach czasowych.

Do systemu komputerowego można podłączyć, poprzez komutatory z konwertorami analogowo-cyfrowymi, ponad sto

rozmaitych czujników, dających woltażowe sygnały analogowe oraz urządzenia radionawigacyjne /Decca, Loran/ i żyrokompas poprzez indywidualne przyłącza cyfrujące. Przez przetwarzanie danych on-line rozumie się tutaj automatyczny sposób wprowadzania informacji do komputera poprzez specjalne układy przyłączy. Obróbka tych danych odbywa się w systemie bezpośrednio po wprowadzeniu /tj. w czasie rzeczywistym/ w z góry zadanych ratach czasowych, tak samo zresztą jak i wyprowadzanie przetworzonej informacji na zewnątrz systemu, na urządzenia peryferyjne.

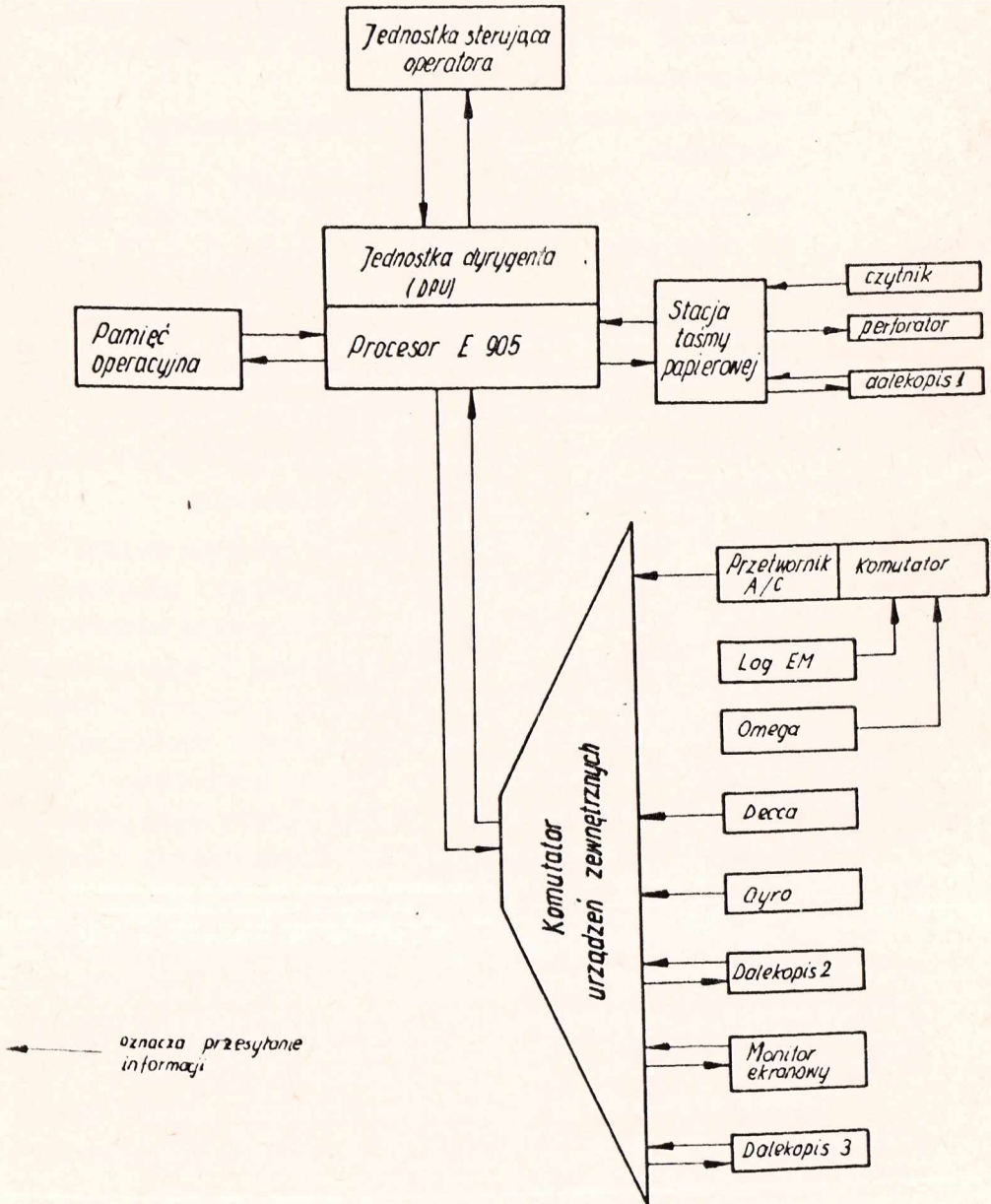
Obliczenia pod nadzorem programu dyrygenta systemu POLSYS występują wówczas, kiedy użytkownik pragnie wykonywać obliczenia według programów nie związanych funkcjonalnie z systemem. Podstawową część programów przetwarzania on-line systemu operacyjnego tworzą programy służące do obliczania pozycji geograficznej statku z czterech urządzeń nawigacyjnych: Decca, Omega, żyrokompasu i logu elektromagnetycznego dwuosłowego. Niezależnie /bez szkody dla wyżej wymienionych programów/ można dołączyć do tej grupy inne pakiety programów przetwarzania on-line. Zastosowanie wymiennych pakietów programów on-line wynikało z doświadczeń uzyskanych podczas eksploatacji i wykorzystania komputera. Programy te stosowane są losowo, gdyż nie zawsze zachodzi konieczność ich użycia. Tego typu rozwiązanie umożliwiło wykorzystanie w optymalny sposób pamięci operacyjnej komputera, głównie dla programów wymienionych przetwarzania pośredniego. Sterowanie pracą programów on-line i programów wymiennych jest wyjaśnione w opisie programu dyrygenta /Executive//1.3.3./.

System przedstawiony na rysunku 2 pokazuje tylko istotną konfigurację urządzeń i aparatury, wchodzącej w skład oprogramowania w systemie POLSYS. Pozostałe aktualnie podłączone czujniki przedstawiono w tablicy 1 /p. 1.3.6./.

System POLSYS przetwarza dane z:

- urządzeń radionawigacyjnych Decca,
- urządzeń radionawigacyjnych Omega,

- żyrokompasu,
- logu elektromagnetycznego dwuosioowego,
- cyfrowego wskaźnika echosondy,
- termometru temperatury powierzchniowej morza.



Rys. 2. Konfiguracja komputera Elliott 902



Ponadto odczytuje on czujniki innych dziedzin badawczych w określonych ratach czasowych i zapamiętuje odczyty w odpowiednich buforach cyklicznych.

Są to czujniki:

- energetyki statku /napięcia, natężenia, mocy/,
- dynamiki statku /przyspieszenia i przechyły/,
- wiatromierza,
- wieloczujnikowej sondy oceanograficznej Bissett-Berman'a,
- narzędzi połowów /siły w linach trałowych, prędkości wydawania itp. - tabl. 1, p. 1.3.6./.

Naczelnym zadaniem systemu POLSYS jest obliczenie dokładnej pozycji geograficznej statku w czasie rzeczywistym w jednoninutowych odcinkach czasu dla bieżących potrzeb nawigacyjnych oraz dla potrzeb kartografii rybackiej w celu dokładnego odzwierciedlenia konfiguracji dna na łowisku i lokalizacji podwodnych przeszkód trałowania.

Struktura organizacyjna programów systemu POLSYS bazuje na urządzeniach systemu komputerowego, zmontowanego w W. Brytanii /w późniejszym okresie dołączono również inne dodatkowe urządzenia produkcji krajowej i zagranicznej/ oraz na organizacji logicznej centralnego procesora komputera E-905, wykorzystując czteropoziomowy hierarchiczny system przerywań czasowych /z zegara kwarcowego/ oraz przerywanie ekstrakodowe z DPU /w przypadku zapotrzebowania na obsłużenie pakietu programów wymiennych w drugim module/.

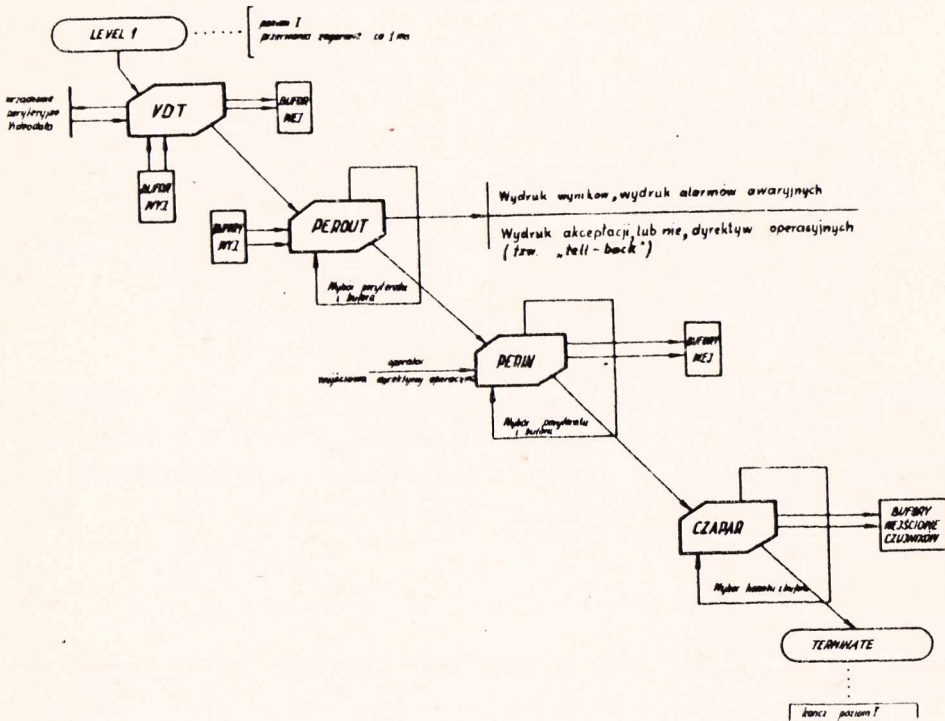
Tak więc system POLSYS jest czteropoziomowy. Na priorytetowych poziomach zgrupowano programy uwzględniając ich przeznaczenie i zapotrzebowanie na częstotliwość ich biegu.

Schemat organizacyjny systemem POLSYS przedstawiono poziomami na rysunkach 3, 4, 5 i 6, a ogólne funkcje poszczególnych poziomów omówiono poniżej.

Przeznaczenie i opisy poszczególnych programów przedstawiono w p. 1.3.

1.2.1. Poziom I - włącza się co jedną milisekundę, ma najwyższy priorytet, przerywa wszystkie pozostałe poziomy. Zgrupowano tu wszystkie programy obsługujące urządzenia peryferyjne wejścia/wyjścia systemu - monitor ekranowy, trzy dalekopisy, czytnik i perforator taśmy, a także czytanie danych z urządzeń nawigacyjnych i innych czujników.

### POZIOM I

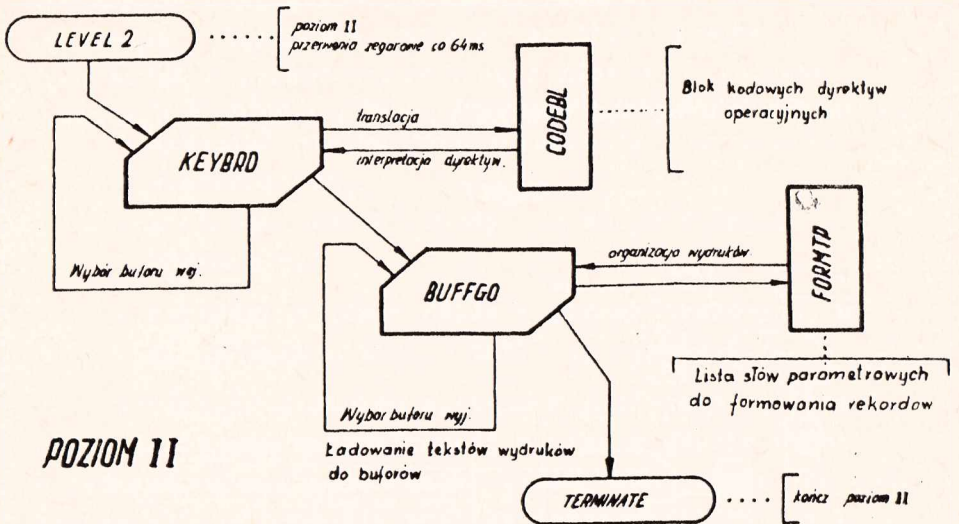


Rys. 3. Schemat blokowy systemu POLSYS /poziom I/

1.2.2. Poziom II - włącza się co 64 milisekundy, przerywa bieg programów poziomu III i IV. Zgrupowano tu programy organizacyjne wprowadzania i wyprowadzania informacji:

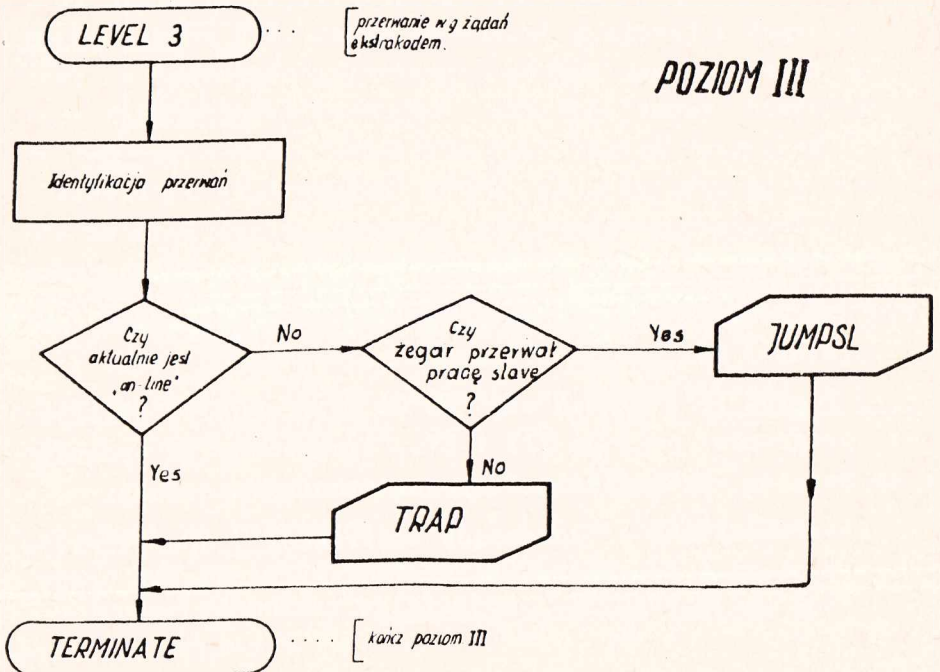
Program KEYBRD - tłumaczący instrukcje operatorskie na kod systemu i formuje słowa kontrolne, sterujące poszczególnymi akcjami wewnątrz systemu.

Program BUFFGO - organizujący reakcję i transmisję informacji na zewnątrz w postaci ustalonych rekordów na poszczególne urządzenia peryferyjne wyjścia.



Rys. 4. Schemat blokowy systemu POLSYS /poziom II/

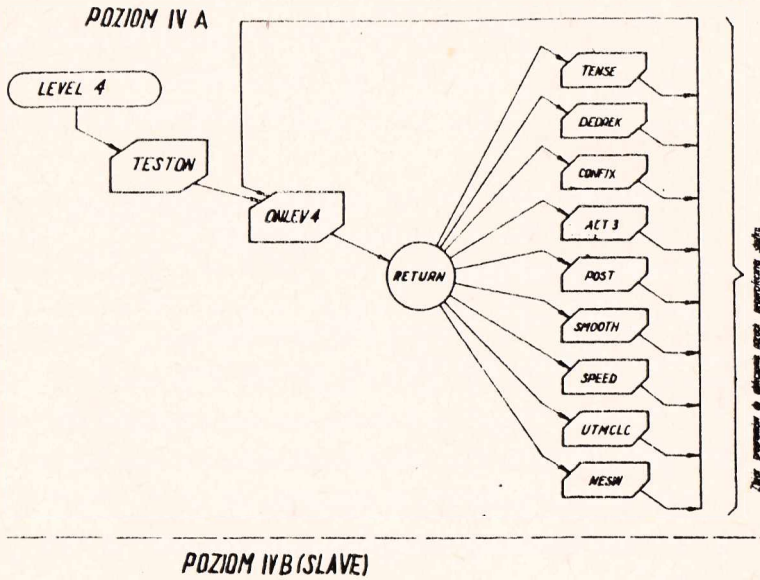
1.2.3. Poziom III - włącza się co 64 milisekundy, przerywa i steruje podziałem czasowym programów przetwarzania na poziomie IV. Jest to program dyrygenta /ang. Executive/.



Rys. 5. Schemat blokowy systemu POLSYS /poziom III/



1.2.4. Poziom IVA i IVB - składa się z dwóch sztucznie programowo podzielonych grup programów przetwarzania z grupy A i B.



*Na rozkaz użytkownika może wykonać programy przetwarzania typu „on line” lub „off line”*

Rys. 6. Schemat blokowy systemu POLSYS /poziom IV/

Grupa A - o wyższym priorytecie niż B, stanowi robocze przedłużenie programu dyrygenta poziomu III oraz zbiór wszystkich programów przetwarzania danych nawigacyjnych, głębokości i temperatury powierzchniowej morza.

Grupa B - to wymienny pakiet programów przetwarzania danych drugiego modułu pamięci operacyjnej, ładowanych i realizowanych w rezerwach czasowych systemu POLSYS /luzy/ na życzenie użytkowników za pośrednictwem DPU.

Prawie wszystkie działania arytmetyczne w programach wykonuje się w stałym przecinku, w komórce o podwójnej długości słowa maszynowego /2 x 18 bitów/, Pozwala to na

uzyskanie dokładności wyników do siódmej cyfry znaczącej po przecinku. W tym celu zastosowano zmodyfikowane przez autorów biblioteczne programy - interpretery do obliczeń arytmetycznych o podwójnej długości słowa.

Obliczenie wartości funkcji trygonometrycznych oraz pierwiastkowanie odrywają się również w podwójnej długości słowa oraz na precyzyjnych algorytmach. Dzięki temu wartość błędów obliczeń nie przekracza bezwzględnej wartości  $5 \cdot 10^{-10}$ .

Dla komputerowej metody obliczania dokładnych pozycji geograficznych statku w systemie POLSYS znajdują się niezbędne procedury, służące do:

- obliczeń odległości geodezyjnych i azymutów pomiędzy dwoma punktami na geoidzie;
- obliczeń pozycji statku we współrzędnych prostokątnych Gaussa dla hiperbolicznych systemów nawigacyjnych Decca i Omega;
- przeliczenia współrzędnych prostokątnych na geograficzne.

Dokładne algorytmy obliczania pozycji statku we współrzędnych hiperbolicznych, prostokątnych i geograficznych podano w p. 1.3.5.

### 1.3. OPISY FUNKCJONALNE PROGRAMÓW ZGRUPOWANYCH NA ODPOWIEDNICH POZIOMACH PRZERYWAŃ

Każdy z czterech poziomów systemu POLSYS posiada swoje określenia funkcyjne, które wynikają z racji ich wykorzystania. Przesłanką do umieszczenia takich czy innych programów na danym poziomie było branie pod uwagę priorytetowości każdego z poziomów, jego częstotliwości przerwań oraz funkcjonalności całego systemu. Dlatego też wszystkie programy wejścia/wyjścia umieszczono na poziomie I, programy organizacyjne - na poziomie II, programy dyrygenta na

poziomie III, a programy przetwarzania - na poziomie IVA, z możliwością rozszerzenia obszaru pamięci dla dalszych programów przetwarzania na poziom IVB drugiego modułu. Biorąc pod uwagę poziom IV jako całość, to jest on podzielony sztucznie przez program dyrygenta na dwa poziomy - A i B, przy czym poziom A ma wyższy priorytet niż B. Ten sposób organizacji pozwala na elastyczną organizację przetwarzania danych w zależności od potrzeb użytkownika systemu oraz dodatkowo maksymalizuje czas pracy komputera.

### 1.3.1. Programy poziomu I

Program VDT obsługuje wejście/wyjście z monitora ekranowego. Program ten, ze względu na swoje przeznaczenie, komunikuje się poprzez bufor wejściowy IVDTB z programem poziomu II KEYBRD, a poprzez bufor wyjściowy DISBUF - z programem BUFFGO, również na poziomie II. Częstotliwość wyprowadzania informacji z buforu wyjściowego DISBUF na monitor ekranowy jest sterowana dyrektywą operatora /zwykle rekordy aktualizowane są co jedną minutę/.

Program PEROUT wyprowadza przetworzoną informację na trzy dalekopisy i dziurkarkę taśmy papierowej z buforów wyjściowych: PUNBUF, TP1BUF, TP2BUF i TP3BUF. Poprzez odpowiednie słowa kontrolne i wspomniane bufora komunikuje się z programem RUFFGO. Wybór peryferaku oraz częstotliwość wyprowadzania informacji z systemu sterowane są dyrektywą operatora. Rekordy zwykle wyprowadza się co jedną minutę lub rzadziej.

Program PERIN wprowadza informację w postaci dyrektyw operatora do systemu z takich peryferaków, jak czytnik taśmy i trzy dalekopisy. Dyrektywa wprowadzana z urządzenia wejścia jest umieszczona przez PERIN w buforze wejściowym tegoż urządzenia. Każdemu peryferakowi wejścia odpowiada bufor wejścia o długości 80 słów pamięci operacyjnej i tak:

Urządzenia peryferyjne

Bufor wejściowy

Czytnik taśmy

IPTRB



Dalekopis 1	ITP1B
Dalekopis 2	ITP2B
Dalekopis 3	ITP3B

Poprzez wyżej wymienione bufory i odpowiednie słowa kontrolne program PERIN komunikuje się z programem KEYBRD.

Program CZAPAR wprowadza dane z czujników i przyrządów pomiarowych do systemu poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy lub z osobnych cyfrowych przyłączy. Częstotliwością wprowadzania danych steruje podprogram TIME, natomiast tablica ADROD wskazuje, którą daną należy wprowadzić. W tablicy tej wylistowane są adresy kanałów połączone w grupy, z której aktualnie ma się odbywać wprowadzanie danych. Grupowe adresy kanałów stanowią pojęcia tematyczne i podzielone są na:

- grupę danych nawigacyjnych,
- grupę danych o energetyce statku,
- grupę danych o dynamice statku,
- grupę danych meteorologicznych i oceanograficznych.

Obecnie w systemie POLSYS znajdują się cztery wymienione wyżej grupy, lecz mogą być - po rozbudowie - dołączone inne grupy. Schematy blokowe programów poziomu I przedstawiono na rys. 7.

### 1.3.2. Programy poziomu II

Program PREDAT - służy do uaktualniania w systemie zegara, który przechowuje aktualny czas z dokładnością do jednej sekundy. Komunikuje się poprzez etykietę MIN z programem TIME w celu wprowadzenia jednosekundowych korekt czas. Uaktualnienie czasu jest wykonywane w podprogramie TUPDAT.

Program KEYBRD - tłumaczy i interpretuje dyrektywy operatora i podejmuje na ich podstawie odpowiednie decyzje

/takie jak np. wprowadzenie nowych nastaw dotyczących stacji naziemnych w przypadku obliczeń radionawigacyjnych, uruchamianie odczytów z danej grupy kanałów, zakaz lub pozwolenie wyprowadzania informacji z systemu itd./. W zasadzie za pomocą dyrektyw operator steruje działaniem systemu oraz warunkuje i kontroluje jego prawidłową pracę.

Głównymi funkcjami programu jest:

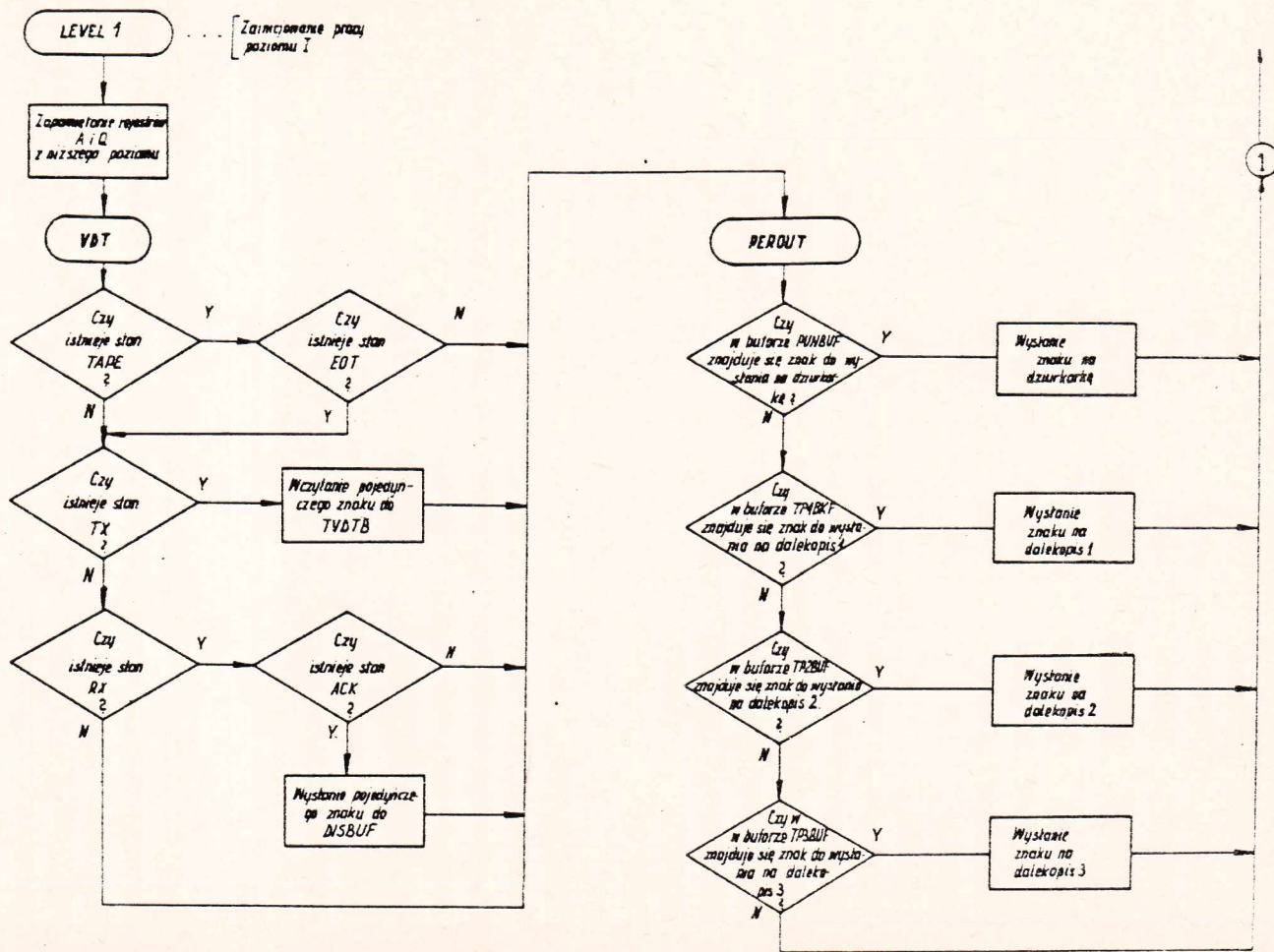
- stwierdzenie, czy w danym buforze wejścia znajduje się dyrektywa do zanalizowania, a
- jeżeli istnieje, to - po przeanalizowaniu jej - podjęcie odpowiedniej decyzji i
- po przeglądnięciu wszystkich buforów wejścia - przekazanie sterowania programowi BUFFGO.

Translacja dyrektyw odbywa się przy pomocy słowników, określonych na podstawie ułożonych uprzednio kodów. Słowniki takie są umieszczone na stałe w systemie, co pozwala na łatwe znalezienie odwzorowania między przetłumaczoną dyrektywą a słowami parametrowymi. Interpretacja polega na określeniu decyzji w zależności od stanu słowa parametrowego. Słowa parametrowe dla każdego słownika są również określone i zadeklarowane na stałe w systemie. Każdej parze słów parametrowych odpowiada określony podprogram akcji, który określa rodzaj akcji w KEYBRD.

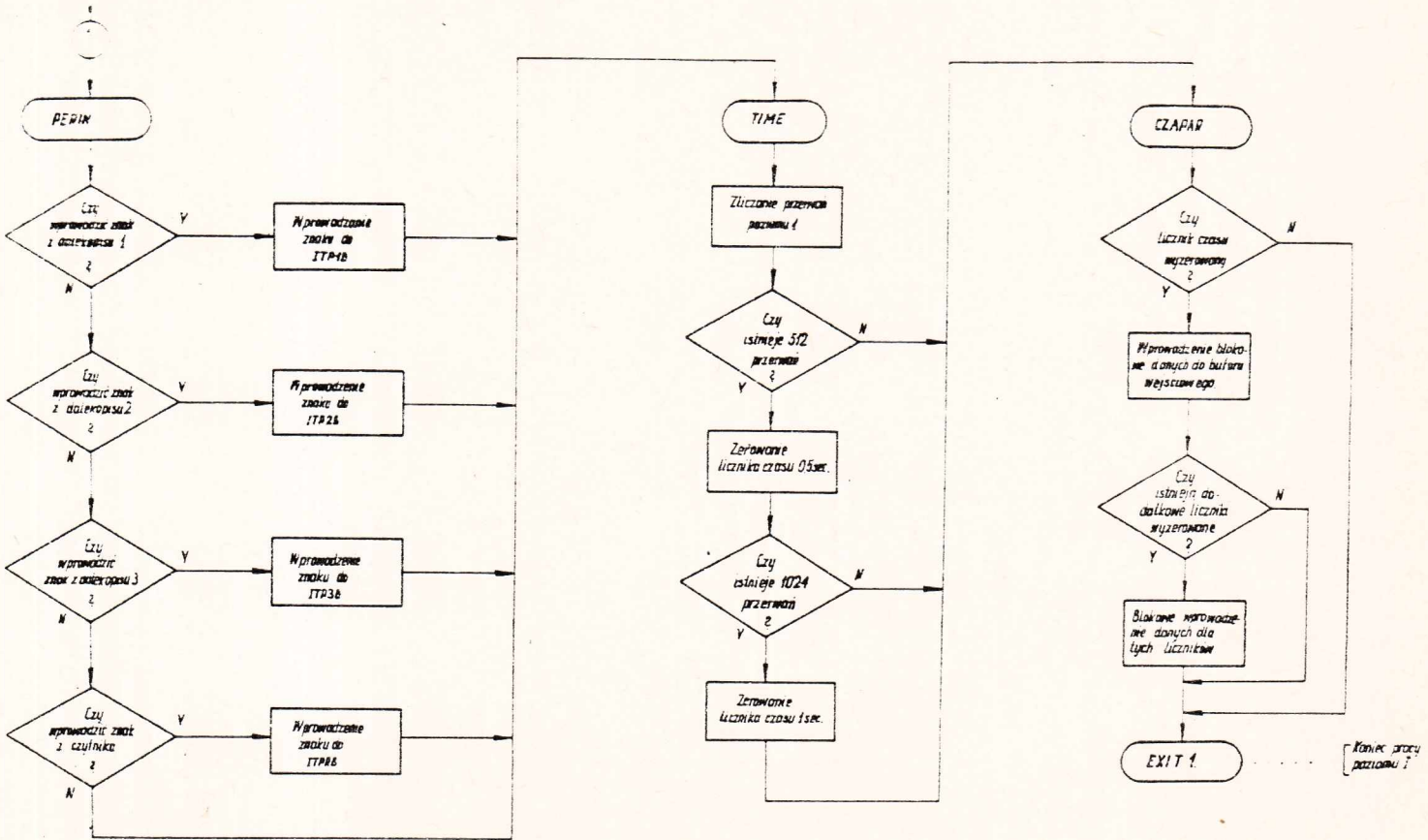
Słowniki i bloki słów parametrycznych pozwalają dodatkowo zabezpieczyć system przed wprowadzeniem niewłaściwej dyrektywy.

W wypadku wprowadzenia błędnej dyrektywy program KEYBRD wyprowadza i drukuje odpowiedni tekst alarmu.

Program BUFFGO - organizuje redakcję rekordów i wprowadza przetworzoną informację w zredagowanej postaci do buforów wyjściowych. Częstotliwość wyprowadzania informacji oraz rodzaj peryferaku wyjścia określona jest przez użytkownika w programie SETOP. Słowa sterujące pozwalają BUFFGO redagować wydruk danych odpowiednio do potrzeb. Każde urządzenie wyjścia ma swój włas-







Rys. 7. Schemat blokowy programów poziomu I

ny blok słów parametrycznych. Słowo sterujące składa się z części funkcyjnej i adresowej. W części funkcyjnej podany jest typ informacji do wydruku, a w części adresowej określa się adres bloku redagującego. Bloki redagujące rekordy są połączone w jedną tablicę FORMTP. Tablica zawiera zbiór słów parametrycznych, określający sposób redakcji rekordów. Zapotrzebowanie wyjścia na dany peryferał jest określone przez poszczególne bity słowa kontrolnego REQOPS. Jeżeli nie zachodzi potrzeba wyjścia, program BUFGO kasuje aktywność poziomu II. Schemat blokowy programów poziomu II jest przedstawiony na rysunku 8, zaś komunikacji operatora z systemem - na rysunku 9.

### 1.3.3. Programy poziomu III

Program dyrygenta - /ang. Executive/ - składa się z programu LEVEL3, umieszczonego na poziomie III i LEVEL4, umieszczonego na poziomie IV. Program dyrygenta steruje pracą programów przetwarzania, które są umieszczone w drugim module pamięci operacyjnej.

Do funkcji programu dyrygenta należy:

- umożliwienie, bez najmniejszych opóźnień, wykonywania akcji programów on-line na poziomie IV;
- umieszczanie i wykonywanie dodatkowych programów typu on-line w drugim module pamięci operacyjnej;
- wykorzystanie nadwyżki czasowej do przetwarzania danych na poziomie IVB /SLAVE/ ze zbioru programów wymiennych.

Program LEVEL3 jest powiązany z dwoma programami: z programem SLAVE na poziomie II /podprogram SLAVE wchodzi jako podprogram akcji w KEYBRD/ oraz programem LEVEL4 na poziomie IV i wywoływany jest on poprzez przerwania ekstrakodowe /za pomocą instrukcji/.

Działalność programu LEVEL3, w przypadku zażądania pracy w reżimie off-line, przebiega następująco:

- wprowadzenie taśmy binarnej /symulacja klucza Initial Instructions/;
- wystartowanie z programem w drugim module /symulacja klucza JUMP/.

W obu tych wypadkach LEVEL3 inicjuje pracę w drugim module pod warunkiem, że skończyła się praca programów on-line. Jeżeli nastąpiło zakończenie wykonywania się programów typu on-line w drugim module i ma być przywrócona praca dalszych programów on-line na poziomie IV systemu, LEVEL3 testuje w tym celu słowo SECMOD /+1/, które dla tego przypadku ma wartość +0, a następnie ustala licznik rozkazów poziomu IV na adres początku odpowiedniego programu przetwarzania. Jeżeli program typu off-line użył instrukcji wejścia/wyjścia, to LEVEL3 testuje, co to za instrukcja i do jakiego peryferażu się odnosi, a jeżeli peryferaż ten nie jest zajęty, obsługuje go /tj. wyprowadza lub wprowadza informacje/.

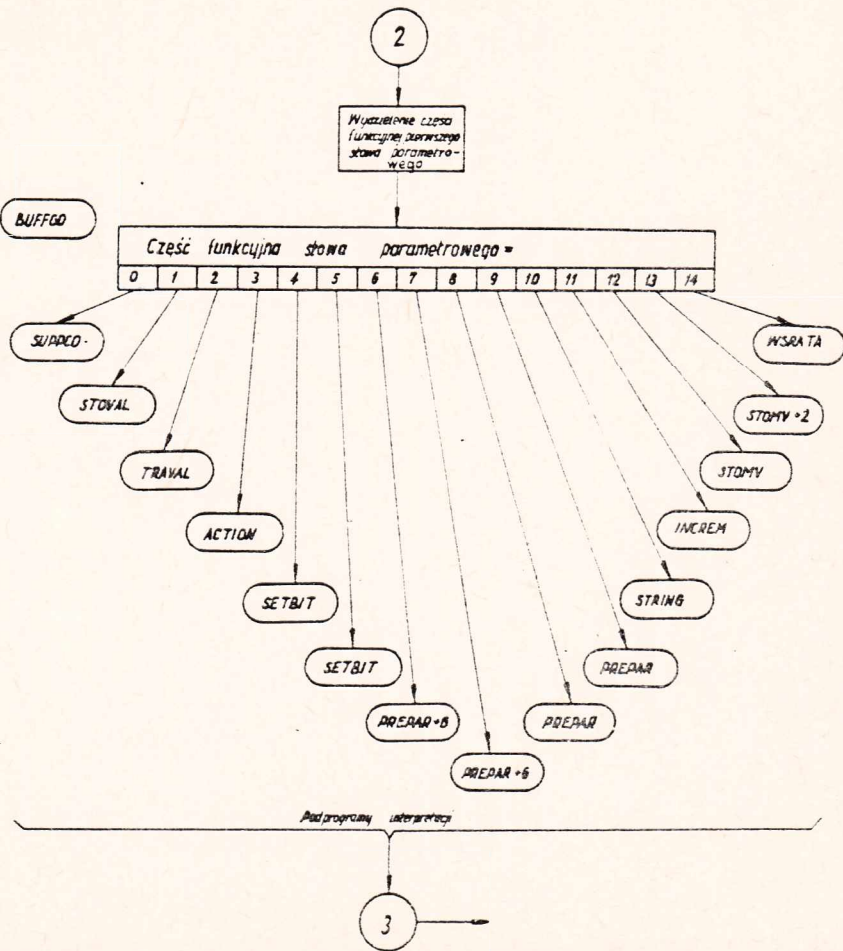
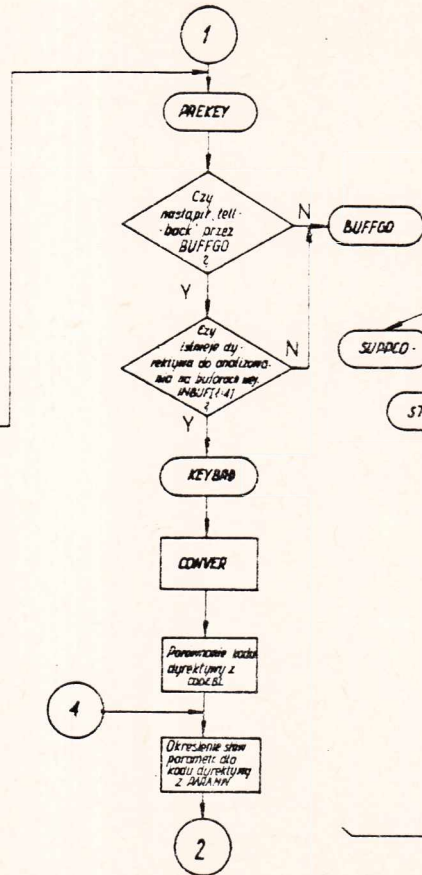
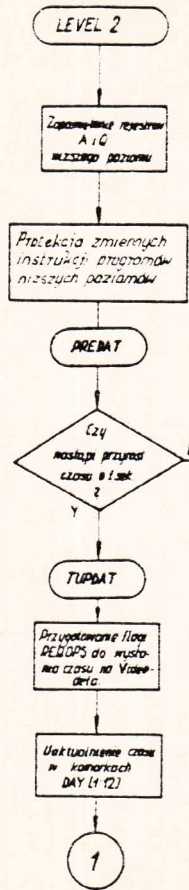
Schemat blokowy programu dyrygenta jest przedstawiony na rysunku 10.

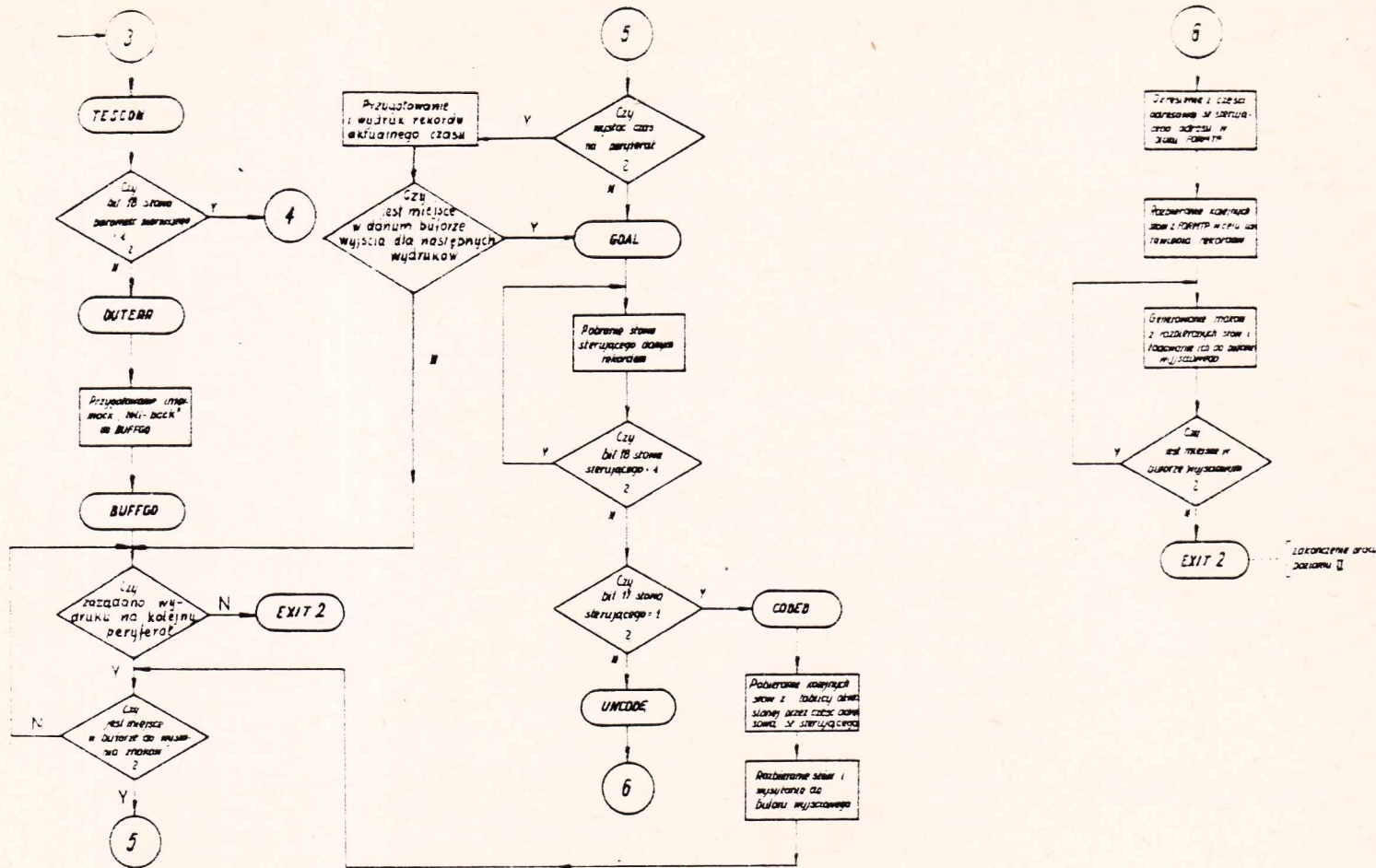
#### 1.3.4. Programy poziomu IVA

Program TENSE - uśrednia co dziesięć sekund każdą z sześciu rodzajów danych nawigacyjnych, wprowadzanych przez program CZAPAR co jedną sekundę do buforu wejścia NAVST. Uśrednianie to przeprowadza się z jednoczesnym użyciem testu wiarygodności dla każdej danej /filtr programowy/.

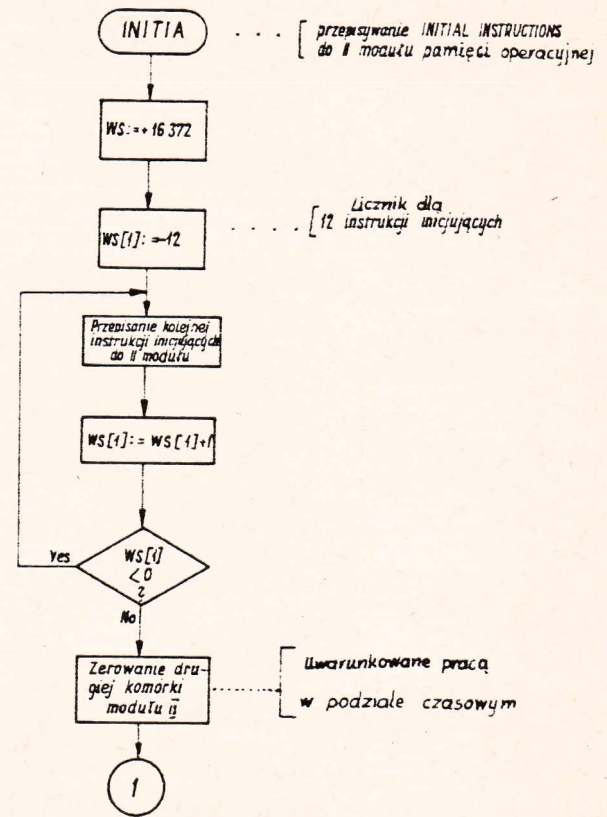
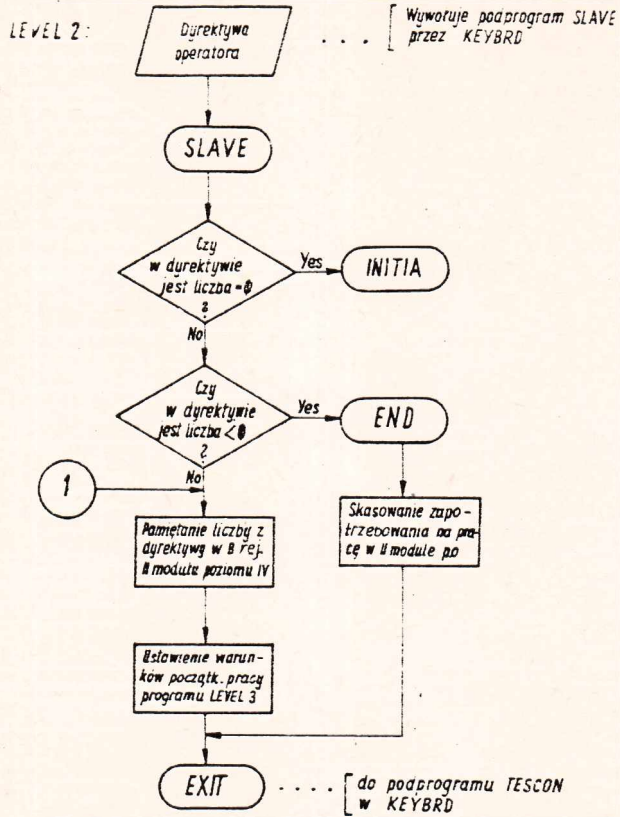
Program DEDREK - uśrednione dane z logu elektromagnetycznego i żyroskopu wykorzystuje do obliczenia przyrostów składowych północnej i wschodniej  $\Delta x$  i  $\Delta y$  w metrach. Przyrosty te określa się w podprogramie CORN programu CONFIX.





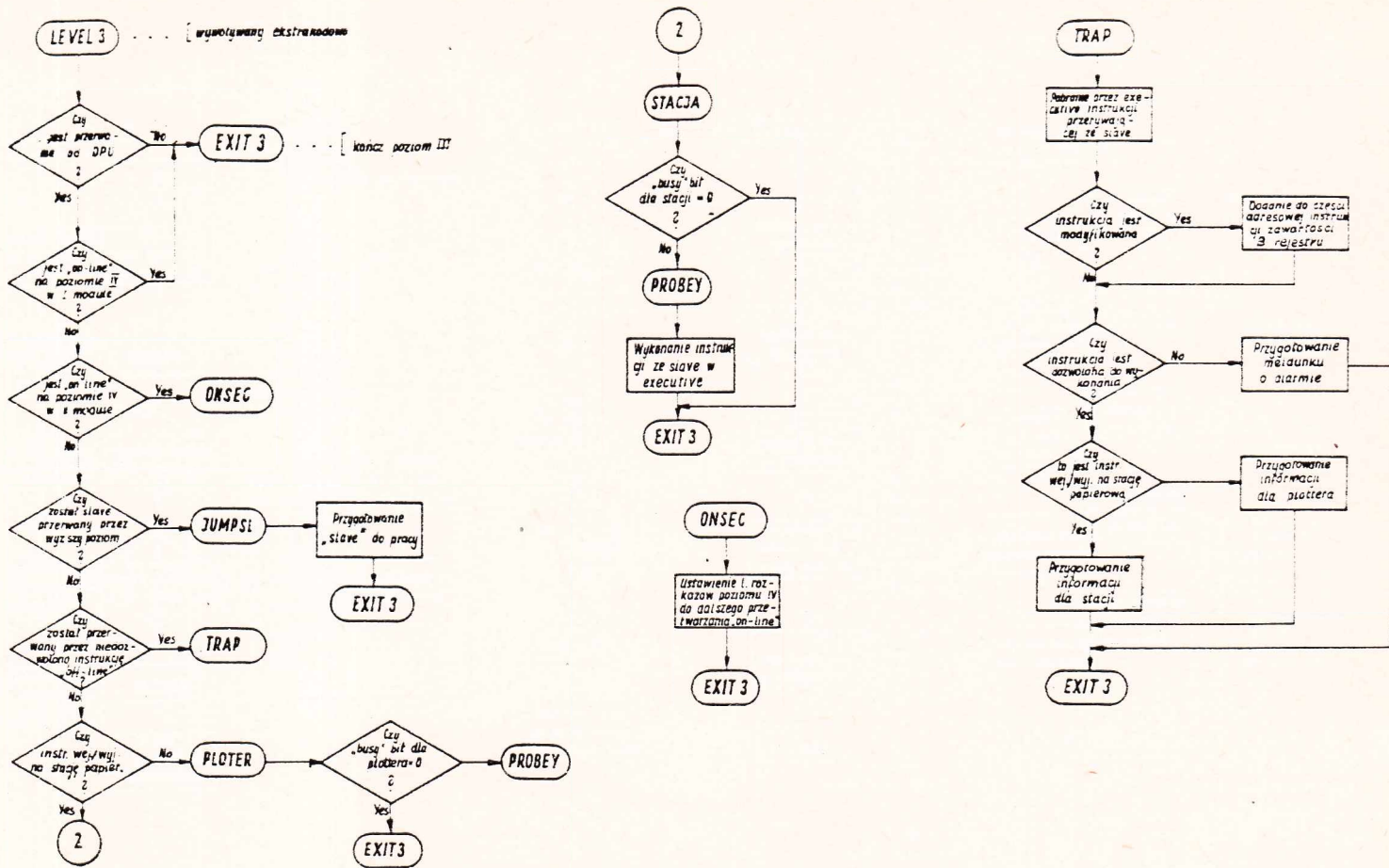


Rys. 8. Schemat blokowy programów poziomu II



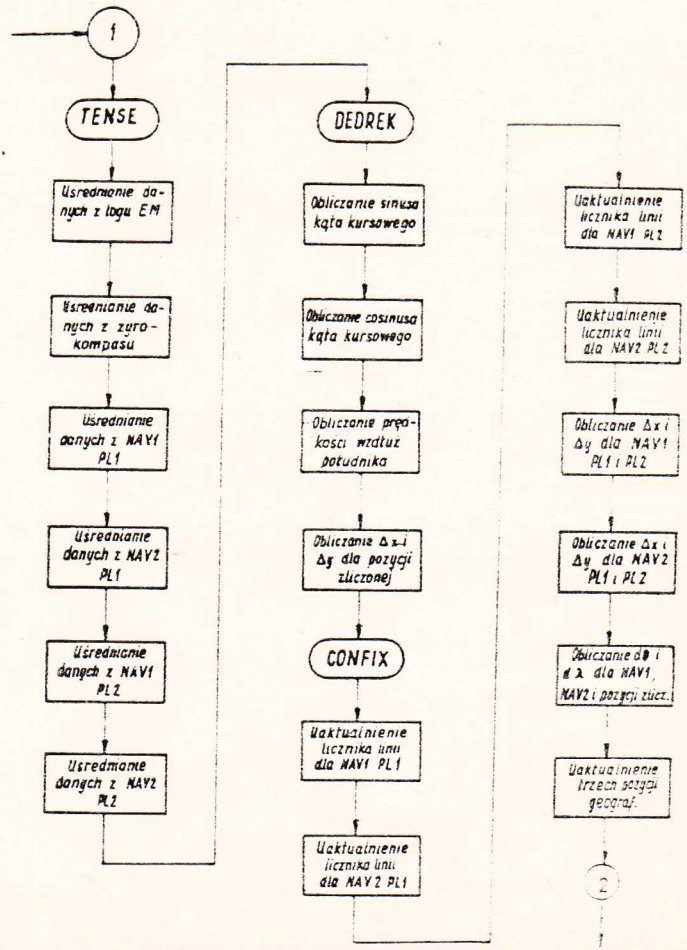
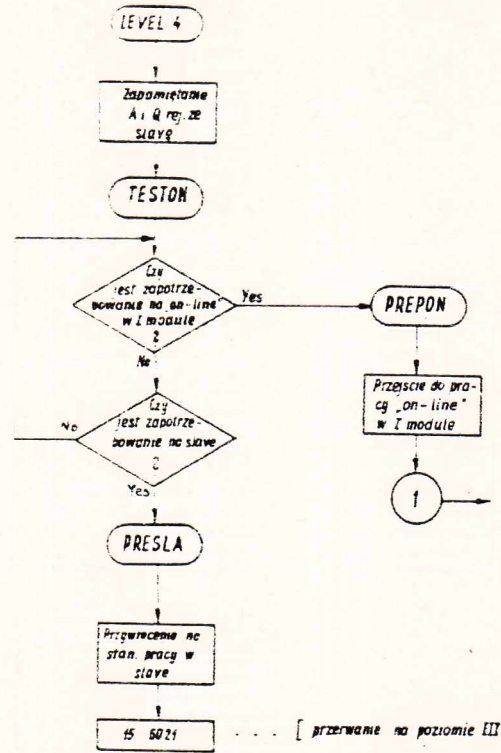
Rys. 9. Blok komunikacji operatora z systemem

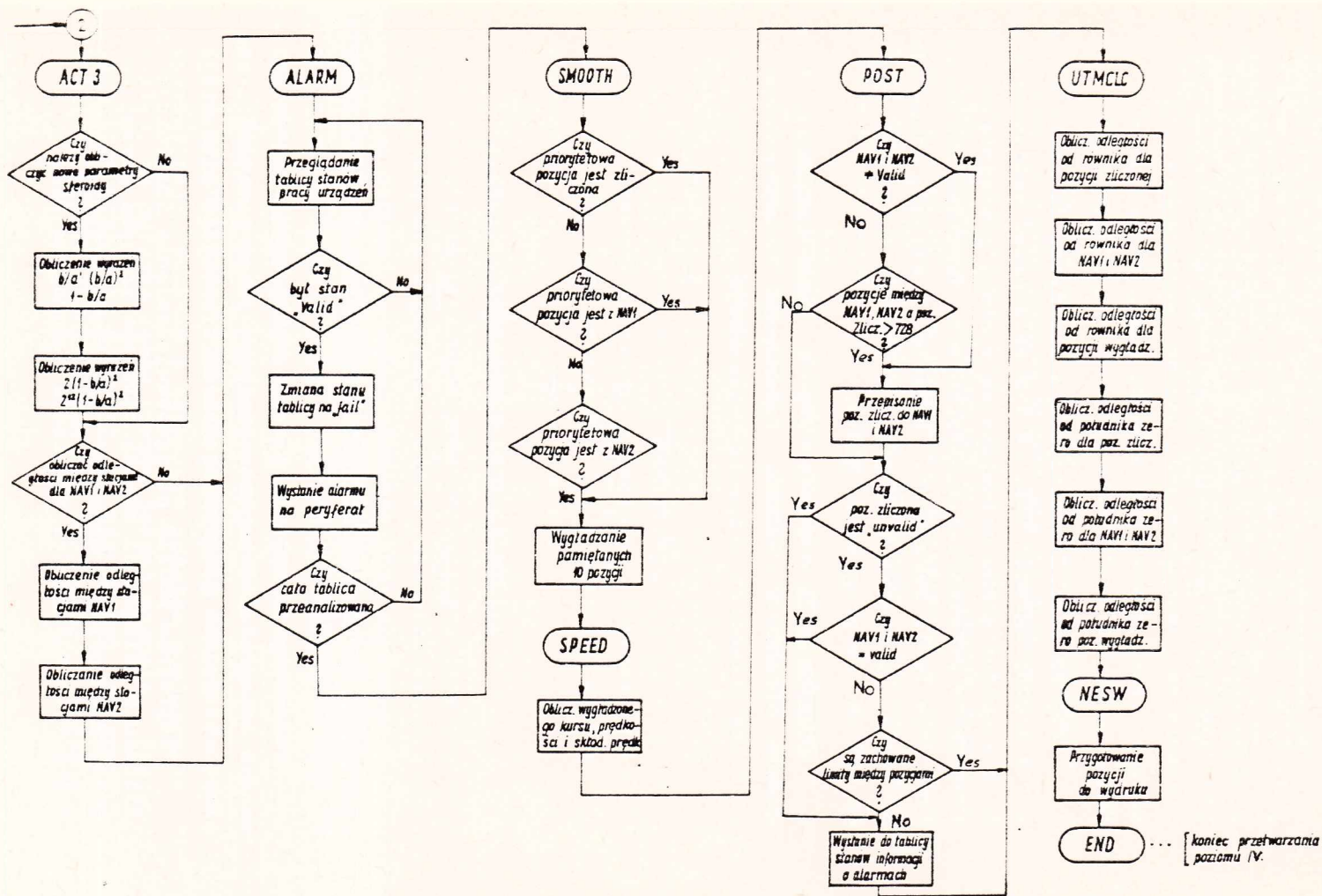




Rys. 10. Schemat blokowy programów poziomu III

BLOK WSPÓŁPRACY Z EXECUTIVE „ON-LINE”





Rys. 11. Schemat blokowy programów poziomu IV



Program CONFIX - oblicza co dziesięć sekund, na podstawie danych wziętych z buforów NAV1 i NAV2, pozycje geograficzne statku oraz /o ile jeden z buforów NAV jest priorytetowy/ przygotowuje dane dla programu SMOOTH do obliczenia za pomocą rozkładu Gaussa wygładzonej pozycji geograficznej statku dla momentu czasu sprzed pięciu minut.

Program CONFIX wykorzystuje algorytmy do obliczeń zawarte w podprogramie DAZ. W tym celu przed każdym skokiem do tego podprogramu ustawione są w nim odpowiednie zmienne instrukcje przetwarzania. Wykonywany jest dwa razy w każdym dziesięciu sekundach. Wejścia następują odpowiednio po sobie: pierwsze i drugie - z ONLEV4, natomiast wyjścia do RETURN - w programie ONLEV4.

Program ACT3 - składa się z niezależnych podprogramów SPHERC i MSCALC. Podprogram SPHERC oblicza pomocnicze parametry elipsoidy ziemskiej:

$$BA : = \frac{b}{a}$$

$$BA2 : = \sqrt{\frac{b}{a}}^2$$

$$F : = 1 - \frac{b}{a}$$

$$FSQD : = 2 \cdot \sqrt{1 - \frac{b}{a}}^2$$

$$FSQD2 : = 2^{12} \cdot \sqrt{1 - \frac{b}{a}}^2$$

gdzie a i b są odpowiednio mniejszą i większą półosią elipsoidy ziemskiej.

Parametry te używane są przez podprogram DAZ do obliczania odległości i azymutu pomiędzy dwoma punktami o znanych pozycjach geograficznych na sferoidzie ziemskiej.

Podprogram MSCALC przygotowuje zmienne instrukcje do obliczenia odległości między czterema znanymi parami /wiodąco-pomocniczymi/ stacjami radiolokacyjnymi. Samo obliczenie tych odległości realizuje podprogram DAZ.

Program SMOOTH - oblicza, wygładzając według rozkładu Gaussa pozycję statku na podstawie danych z ostatnich dziesięciu minut, uzyskanych z priorytetowego odbiornika radionawigacyjnego. Pozycja ta odnosi się do czasu sprzed pięciu minut.

Program SPEED - oblicza uśrednione składowe /południkowe i równoleżnikowe/ prędkości statku, odnoszące się do momentu czasu również sprzed pięciu minut.

Program POST - stwierdza różnice między trzema pozycjami statku i - w przypadku określenia dużych różnic w stosunku do przyjętych w programie limitów - wysyła odpowiednie alarmy.

Program UTMCLC - określa odległości od równika i południka zerowego dla danej pozycji statku. Odległości te wyrażone są w metrach.

Program NESW - przygotowuje obliczone pozycje do wydruku dla programów BUFGO, zamieniając je na stopnie i minuty /do sześciu miejsc po przecinku/. Schemat poziomu IV przedstawiony jest na rysunku 11, a przykład wydruku - w załączniku 1.

#### 1.3.5. Algorytmy obliczania pozycji statku

W pakiecie programów przetwarzających dane nawigacyjne znajdują się algorytmy, które skonstruowane są według podanego poniżej sposobu. Zarówno przy obliczaniu pozycji statku na podstawie wprowadzonych danych do komputera z odbiorników Decca i Omega, jak również danych z logu i żyrokompasu wykorzystuje się w algorytmach metodę zliczeniową. Polega ona na określeniu przyrostów długości i szerokości geograficznej pomiędzy poprzednim znanym /w pamięci operacyjnej/ punktem a aktualnym punktem znajdowania się statku, po upływie czasu równym jednej minucie. Następnie określone przyrosty długości i szerokości geograficznej służą do uaktualnienia ostatniej obliczonej i zapamiętanej

sprzed jednej minuty pozycji statku w celu określenia pozycji odnoszącej się do aktualnego czasu.

Obliczona w ten sposób pozycja jest dla komputera pozycją wyjściową do określenia nowej pozycji statku po upływie następnej pełnej minuty.

Ogólne wzory rekurencyjne dla tej metody mają postać:

$$\phi_{i+1} = \phi_i + d\phi_i,$$

$$\lambda_{i+1} = \lambda_i + d\lambda_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots$$

- $\phi_i$  - oznacza szerokość geograficzną statku w poprzednim punkcie  $P_i$ ;
- $\lambda_i$  - znaną długość geograficzną w poprzednim punkcie  $P_i$ ;
- $d\phi_i$  - przyrost szerokości geograficznej pomiędzy poprzednim punktem  $P_i$  a aktualnym punktem  $P_{i+1}$  statku;
- $d\lambda_i$  - przyrost długości geograficznej pomiędzy poprzednim punktem  $P_i$  a aktualnym punktem  $P_{i+1}$  statku;
- $\phi_{i+1}$  - obliczoną szerokość geograficzną w punkcie  $P_{i+1}$ ;
- $\lambda_{i+1}$  - obliczoną długość geograficzną w punkcie  $P_{i+1}$ .

W celu otrzymania przyrostów  $d\phi_i$  i  $d\lambda_i$  oblicza się w programie POLSYS najpierw przyrosty  $\Delta y_i$  i  $\Delta x_i$  w układzie współrzędnych prostokątnych o początku w punkcie  $P_i$ .

Algorytm dla obliczenia przyrostów  $\Delta x_i$  i  $\Delta y_i$  na podstawie danych z logu i żyrokompasu.

Na podstawie dwóch składowych prędkości z logu następuje obliczenie średniej wartości prędkości wypadkowej  $V_i^p$  statku.



$$v_1^p = \sqrt{v_1^x/2^2 + v_1^y/2^2} \quad [m/s]$$

$v_1^y$  - średnia wartość prędkości poprzecznej statku pomiędzy punktami  $P_1$  a  $P_{1+1}$  po upływie jednej minuty,

$v_1^x$  - średnia wartość prędkości podłużnej statku pomiędzy punktami  $P_1$  a  $P_{1+1}$  po upływie jednej minuty.

Określenie długości drogi  $\Delta S_1$  przejścia statku od punktu  $P_1$  do punktu  $P_{1+1}$  po upływie jednej minuty

$$\Delta S_1 = 60 \cdot v_1^p \quad [m]$$

Obliczenie poprawki na kurs  $K_1$  statku, wynikającej z określenia prędkości wypadkowej  $v_1^p$

$$K_1 = \text{arctg} \frac{v_1^y}{v_1^x} \quad [rd]$$

Określenie rzeczywistego kursu statku  $K_{r1}$  przy przejściu statku od punktu  $P_1$  do punktu  $P_{1+1}$

$$K_{r1} = K_{1z} \pm K_1$$

$K_{1z}$  - kurs statku z żyrokompasu.

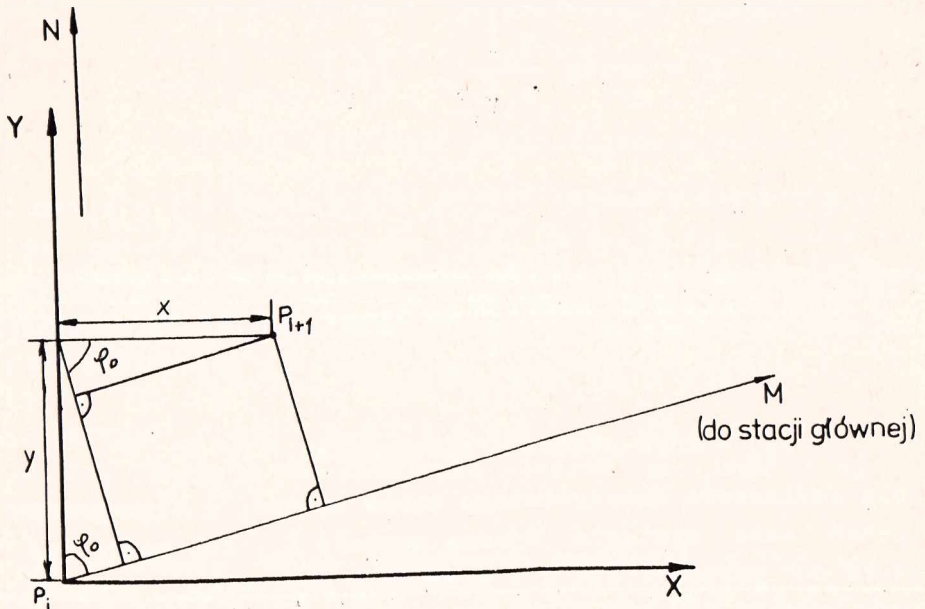
W celu obliczenia rzeczywistego kursu statku, w algorytmie obliczeń może wystąpić ujemna wartość  $K_{r1}$  lub może być większa od wartości  $2\pi$ . W pierwszym przypadku program dodaje wartość  $2\pi$  do  $K_{r1}$ , a w drugim przypadku odejmuje wartość  $2\pi$  od wartości  $K_{r1}$ .

Obliczenie przyrostów  $\Delta x_1$   
i  $\Delta y_1$

$$\Delta x_1 = \sin K_{r1} \quad [m]$$
$$\Delta y_1 = \cos K_{r1} \quad [m]$$

Algorytm dla obliczenia przyrostów  $\Delta x_1$  i  $\Delta y_1$  na podstawie danych z odbiorników nawigacji hiperbolicznej Decca i Omega. Przyrosty te oblicza się poprzez rozwiązanie układu dwóch równań liniowych o dwóch niewiadomych. Każde z równań w tym układzie wyznacza prostą styczną do hiperboli w punkcie przecięcia się dwóch linii pozycyjnych /hiperbol/. Początek układu współrzędnych prostokątnych, na którym opisane są równania prostych stycznych, znajduje się w punkcie  $P_1$  poprzedniej pozycji statku.

Wyznaczenie prostych stycznych w punkcie  $P_{i+1}$  przecięcia się dwóch linii pozycyjnych. Zakłada się, że



Rys. 12. Zależność między punktami  $P_i$  a  $P_{i+1}$  i stacją M

odległość  $P_1M$  od punktu  $P_1$  do stacji głównej  $M$  jest znana oraz znany jest azymut  $\varphi_0$  na kierunku  $P_1M$  /rys. 12/. Odległość  $P_{i+1}M$  z punktu  $P_{i+1}$  do stacji głównej  $M$  wyraża się zależnością:

$$P_{i+1}M \approx P_1M - /y \cos \varphi_0 + x \sin \varphi_0/ \quad /1/$$

Analogicznie otrzymujemy dla stacji pomocniczej  $S$ :

$$P_{i+1}S \approx P_1S - /y \cos \varphi_1 + x \sin \varphi_1/ \quad /2/$$

$P_{i+1}S$  - odległość od punktu  $P_{i+1}$  do stacji  $S$ ;

$P_1S$  - odległość od punktu  $P_1$  do stacji  $S$ ;

$\varphi_1$  - azymut na kierunku  $P_1S$ .

Wprowadźmy oznaczenia:

$P_1$  - punkt o znanych współrzędnych geograficznych;

$P_{i+1}$  - punkt o poszukiwanych współrzędnych geograficznych;

$M$  i  $S$  - pozycje geograficzne stacji głównej i pomocniczej, produkujące pierwszą linię pozycyjną;

$N$  i  $R$  - pozycje geograficzne stacji głównej i pomocniczej, produkujące drugą linię pozycyjną.

$n/P_1/$  - licznik linii pozycyjnej dla punktu  $P_1$ , obliczony przez komputer z danych wprowadzonych z odbiornika Decca lub Omega;

$n/P_{i+1}/$  - licznik linii pozycyjnej dla punktu  $P_{i+1}$ , obliczony przez komputer z danych wprowadzonych z odbiornika Decca lub Omega;

$\lambda_s$  - porównawcza długość fali w metrach dla pary stacji  $M$  i  $S$ ;

$\lambda_r$  - porównawcza długość fali w metrach dla pary stacji  $N$  i  $R$ ;



- $\varphi_0$  - azymut na kierunku  $P_1M$ ;
- $\varphi_1$  - azymut na kierunku  $P_1S$ ;
- $\alpha_0$  - azymutu na kierunku  $P_1N$ ;
- $\alpha_1$  - azymut na kierunku  $P_1R$ .

Dla dowolnego  $n/P_1/$  oraz pary stacji - głównej  $M$  i pomocniczej  $S$  - słuszna jest zależność

$$n/P_1/ = \frac{MS + P_1M - P_1S}{\lambda_S} \quad /3/$$

- $MS$  - odległość w metrach między stacjami  $M$  i  $S$ ;
- $P_1M$  - odległość w metrach między stacją  $M$  a punktem  $P_1$ ;
- $P_1S$  - odległość w metrach między stacją  $S$  a punktem  $P_1$ ;

Stosując wzór /3/ dla pierwszej linii pozycyjnej do punktów  $P_1$  i  $P_{i+1}$  otrzymujemy

$$\lambda_S \cdot n/P_1/ = MS + P_1M - P_1S$$

$$\lambda_S \cdot n/P_{i+1}/ = MS + P_{i+1}M - P_{i+1}S$$

Odejmując stronami powyższe dwa równania otrzymujemy

$$\lambda_S \left[ n/P_{i+1}/ - n/P_1/ \right] = /P_{i+1}M - P_1M/ - /P_{i+1}S - P_1S/ \quad /4/$$

Podstawiając do wzoru /4/ zależności /1/ i /2/ otrzymujemy

$$\lambda_S \left[ n/P_{i+1}/ - n/P_1/ \right] = y \cos \varphi_1 - x \sin \varphi_1 - /y \cos \varphi_0 + x \sin \varphi_0/$$

Oznaczamy przez  $\delta_{si}$  wyrażenie postaci

$$\delta_{si} = \lambda_s \left[ n / P_{i+1} / - n / P_i / \right],$$

gdzie  $\delta_{si}$  jest odległością podaną w metrach między dwiema kolejnymi liniami pozycyjnymi tej samej pary stacji.

Zatem

$$x / \sin \varphi_1 - \sin \varphi_0 / + y / \cos \varphi_1 - \cos \varphi_0 / - \delta_{Ri} = 0 \quad /5/$$

Jest to równanie prostej stycznej do linii pozycyjnej /hiperboli/, wyprodukowanej przez parę stacji M i S w punkcie  $P_{i+1}$ . Postępując analogicznie dla drugiej linii pozycyjnej, otrzymanej z pary stacji N i R, otrzymujemy równanie prostej stycznej w punkcie  $P_{i+1}$  o postaci

$$x / \sin \alpha_1 - \sin \alpha_0 / + y / \cos \alpha_1 - \cos \alpha_0 / - \delta_{Ri} = 0 \quad /6/$$

Wyznaczenie przyrostów  $\Delta x_1$  i  $\Delta y_1$ .

W celu znalezienia współrzędnych punktu  $P_{i+1}$ , a tym samym przyrostów  $\Delta x_1$  i  $\Delta y_1$ , należy, posługując się wzorami /5/ i /6/, rozwiązać układ równań o postaci

$$\begin{cases} \Delta x_1 / S_S - S_M / + \Delta y_1 / C_S - C_M / = \delta_{si} \\ \Delta x_1 / S_R - S_N / + \Delta y_1 / C_R - C_N / = \delta_{Ri} \end{cases} \quad /7/$$

gdzie odpowiednimi symbolami oznaczono funkcje trygonometryczne:

$$\sin \varphi_0, \sin \varphi_1 \equiv S_M, S_S$$

$$\cos \varphi_0, \cos \varphi_1 \equiv C_M, C_S$$

$$\sin \alpha_0, \sin \alpha_1 \equiv S_N, S_R$$

$$\cos \alpha_0, \cos \alpha_1 \equiv C_N, C_R$$

Współczynniki występujące w tym układzie równań przy niewiadomych  $\Delta x_i$ ,  $\Delta y_i$  są znane, ponieważ oblicza się je w programie na podstawie punktu  $P_i$ , o znanych współrzędnych geograficznych. Układ równań /7/ ma zawsze jednoznaczne rozwiązanie o postaci

$$\Delta x_i = \frac{\delta_{S1} / C_R - C_N / - \delta_{R1} / C_S - C_M /}{/S_S - S_M / / C_R - C_N / - /S_R - S_N / / C_S - C_M /} \quad [m]$$

$$\Delta y_i = \frac{\delta_{R1} / S_S - S_M / - \delta_{S1} / S_R - S_N /}{/S_S - S_M / / C_R - C_N / - /S_R - S_N / / C_S - C_M /} \quad [m]$$

Mając obliczone przyrosty  $\Delta x_i$  i  $\Delta y_i$  komputer określa przyrosty szerokości  $d\phi_i$  i długości  $d\lambda_i$  geograficznej z punktu  $P_i$  do punktu  $P_{i+1}$ , posługując się w tym celu wzorami:

dla przyrostu szerokości

$$d\phi_i = \frac{\Delta y_i}{RM_i \cdot \sin 1''} \quad [s]$$

dla przyrostu długości

$$d\lambda_i = \frac{\Delta x_i}{RN_i \cdot \cos\phi_i \cdot \sin 1''} \quad [s]$$

gdzie  $RM_i$  jest promieniem krzywizny wzdłuż szerokości,  $RN_i$  jest promieniem krzywizny wzdłuż długości geograficznej elipsoidy ziemskiej od punktu  $P_i$  do punktu  $P_{i+1}$  a  $\phi_i$  jest znaną w programie szerokością geograficzną punktu  $P_i$ .

Wielkości promieni krzywizny elipsoidy ziemskiej oblicza się za pomocą wzorów:



$$RM_1 = \frac{a \cdot \sqrt{1 - e^2}}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_1}} \quad [m]$$

$$RN_1 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_1}} \quad [m]$$

gdzie  $e^2$  jest mimośrodem elipsoidy ziemskiej,  $a$  jest wielką półosią elipsoidy ziemskiej, a  $\varphi_1$  jest znaną szerokością geograficzną punktu  $P_1$ .

Dane z odbiorników nawigacyjnych Decca i Omega oraz z logu i żyrokompasu wprowadzane są przez program do komputera w jednakowym czasie ze stałą częstotliwością równą 1/s. Umożliwia to równoległe obliczanie przez komputer trzech pozycji, które dostępne są dla użytkownika. Liczba obliczanych pozycji zależy od obszarów, w jakich działają systemy Decca i Omega.

### 1.3.6. Program poziomu IV B /pakiet wymienny/

Program PARAM - jest używany do bezpośredniego przetwarzania danych /ang. on-line/, dostarczonych do komputera z mierników przez układ komutator-przetwornik A/C. Mierniki te rozmieszczone są w różnych punktach pomiarowych statku.

Wykorzystując możliwości programowe komputera Elliott -905 do przetwarzania danych typu on-line, program PARAM stanowi w tym układzie wymienny pakiet programowy dla systemu POLSYS, który polega na tym, że - niezależnie od wykonywania się programów systemu POLSYS - można dodatkowo dołączyć do niego programy typu on-line bez jakichkolwiek zakłóceń organizacyjnych i czasowych dla samego systemu POLSYS. Program PARAM stanowi dalsze rozszerzenie systemu POLSYS. Jest programem organizacyjnie mu podporządkowanym, dzięki wykorzystaniu w systemie POLSYS jednostki dyrygenta /ang. DUAL PROGRAM UNIT/, w którą wyposażony jest

komputer. Ze względu na organizacyjne powiązania z systemem POISYS, program ten umieszczony jest w drugim module pamięci operacyjnej w reżimie podporządkowanym - SLAVE IVB.

Budowa programu PARAM. Program składa się z części przetwarzającej i tabel parametrów sterująco-opisujących. Część przetwarzająca umożliwia obróbkę danych dostarczonych przez program CZAPAR systemu POISYS w ratach co pół sekundy. W skład przetwarzania wchodzi algorytmy na obliczanie wartości średnich i ich odchyłeń standardowych. Ponieważ częstość wywoływania programu wynosi 10 sekund, a więc obliczanie powyższych wartości odbywa się za ten okres. Tablice sterująco-opisujące służą do redagowania wyników wyprowadzanych na urządzenia zewnętrzne. Tablice te stanowią zbiory parametrów, których interpretacja odbywa się w programie BUFGO. Przetworzoną informację można wyprowadzić na dalekopis lub perforator taśmy papierowej. Sterowanie wyborem i częstotliwością wyprowadzonej informacji odbywa się przy użyciu dyrektywy operatora. Dla dalekopisu częstotliwość wyprowadzania informacji nie może być mniejsza niż 3 minuty, a dla perforatora - 1 minutę. Uśrednione wartości parametrów i ich odchyłeń standardowych z przedziałów dziesięciosekundowych wyprowadza się na taśmę perforowaną. Pozwala to na szybkie zarejestrowanie zmiany wartości danych zjawisk, interesujących użytkownika.

Przykłady wydruków przedstawione są w załączniku 2.

Algorytm obliczeń. Wartość średnią dla każdego parametru, z wyjątkiem kierunku wiatru, oblicza się według wzoru

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad //$$

gdzie  $\bar{x}$  jest wartością średnią danego parametru,  $x_i$  - danymi wprowadzanymi co pół sekundy, a  $n$  - liczbą odczytów w ciągu 10 sekund.

W przypadku określenia wartości średniej dla kierunku wiatru, stosuje się następujące podejście: niech  $x_1, x_2, \dots, x_{20}$  będą kolejnymi wartościami kierunku wiatru pozornego /względem statku/. Najpierw należy zbadać, ile liczb z powyższego ciągu odczytów  $\{x_{20}\}$  znajduje się z prawej, a ile z lewej strony od wartości dla kierunku "zero" /tj. zgodnie z osią podłużną statku/. Czynność ta ma na celu sprawdzenie, czy podczas obliczania wartości średniej zdarzył się przypadek, w którym wektor wiatru może być przypadkowy /zwroty podczas manewrów/. Dlatego zachodzi konieczność testowania każdego odczytu w okolicy kierunku "zero". Po stwierdzeniu, że odczytów z lewej strony od punktu zerowego jest więcej niż z prawej, daje się do każdego odczytu z prawej strony wartość +500 /tj. liczbę odpowiadającą okresowi 360°/. Przetestowane i przygotowane w ten sposób dane służą do obliczenia wartości średniej.

Odchylenia standardowe oblicza się według wzoru

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n /x_i - \bar{x}/^2}$$

gdzie  $\sigma$  jest odchyleniem standardowym,  $x_i$  są danymi wprowadzonymi za okres 10 sekund,  $\bar{x}$  - wartością średnią z ciągu  $\{x_i\}$ , a  $n$  - liczbą danych za okres 10 sekund.

Wykaz przetwarzanych parametrów i ich charakterystyki. W programie PARAM przetwarza się parametry podane w tabelicy 1. We wzorach po prawej stronie tabelicy "x" oznacza wartość odczytu binarnego z miernika, a "y" - rzeczywistą wartość parametru fizycznego.

### 1.3.7. Opis komunikacji człowiek-system

Komunikacja między człowiekiem a systemem odbywa się na zasadzie języka operacyjnego. Język ten stanowi określony zbiór dyrektyw, służących do komunikacji z komputerem. Zbiór dyrektyw podzielony jest na klasy. Podział zos-



Wykaz przetwarzanych parametrów występujących w programie PARAM  
oraz ich charakterystyki

Parametr	Postać równania kalibracyjnego	Jednostki
Napór śruby	$y = 0,132 x$	/T/
Moment śruby	$y = 58,3x+75$	/kGm/
Obroty śruby	$y = 0,543x+3$	/obr./min/
Kąt wychylenia steru	$y = 0,2572x-39,6$	/stopnie/
Przechył boczny statku	$y = 0,0931x - 0,1$	/stopnie/
Przechył wzdłużny	$y = 0,0923x-0,1$	/stopnie/
Siła w prawej linie trałowej	$y = 0,04x$	/T/
Siła w lewej linie trałowej	$y = 0,04x$	/T/
Prędkość wydawania prawej liny	$y = 0,333x+1,9$	/m/min/
Prędkość wydawania lewej liny	$y = 0,333x+1,9$	/m/min/
Przyspieszenie - dziób	$y = 0,01424x-4,07$	/g/
Przyspieszenie - rufa	$y = 0,01408x-0,91$	/g/
Przyspieszenie - śródkręcio	$y = -0,01574x+5,22$	/g/
Prędkość poprzeczna statku /według osi x/	$y = 0,02399x+0,3$	/węzły/
Prędkość wiatru posornego	$y = 0,04466x$	/m/s/
Moc prądnic	$y = 5,4960x+36$	/kW/
Moc silnika	$y = 5,168x+54$	/kW/
Moc przetwornicy II	$y = 1,206x+1$	/kW/
Moc przetwornicy III	$y = 1,214x+3$	/kW/
Moc przetwornicy IV	$y = 1,204x+6$	/kW/
Moc windy lewej	$y = 1,2206x$	/kW/
Moc windy prawej	$y = 1,207x+3$	/kW/
Kierunek wiatru posornego	$y = 0,714x-98$	/stopnie/

tał przeprowadzony z punktu widzenia przeznaczenia określonych grup dyrektyw i specyfiki samego systemu. W systemie wyróżnia się następujące klasy:

- 1/ dyrektywy do wprowadzania określonych grup danych z mierników i przyrządów pomiarowych;
- 2/ dyrektywy do wczytywania początkowych danych do obliczeń nawigacyjnych;
- 3/ dyrektywy do wprowadzania dodatkowych programów z pakietu wymiennego;
- 4/ dyrektywy sterujące wyprowadzeniem informacji z systemu.

Po wprowadzeniu do pamięci operacyjnej programów systemu, następuje jego automatyczny rozruch /samostart/. Pierwszą nieodzowną czynnością operatora jest nastawienie maszynowego zegara czasu rzeczywistego na aktualny czas astronomiczny. Od chwili wprowadzenia tego czasu do maszyny, wszelkie obliczenia i całe sterowanie systemem odbywa się pod kontrolą tego czasu.

Następną czynnością operatora jest wprowadzenie aktualnej informacji o urządzeniach nawigacyjnych, z których na bieżąco będzie obliczana pozycja geograficzna statku.

System ma możliwość obliczania pozycji zliczonej statku z logu i żyrokompasu oraz z urządzeń nawigacji hiperbolicznej /Decca/. Komputer może określać te dwie pozycje jednocześnie, oddzielnie lub tylko z logu i żyrokompasu /np. w przypadku, kiedy statek znajduje się poza zasięgiem systemu nawigacji hiperbolicznej/. Po wprowadzeniu niezbędnych nastaw nawigacyjnych określa się w systemie numery kanałów /według numeracji Decca/ informacji wejściowej z urządzeń nawigacyjnych. Informacja z tych kanałów jest wprowadzana do komputera z częstotliwością 1/s. Po otwarciu kanałów ostatnią czynnością operatora jest wprowadzenie aktualnej pozycji statku. Od tej pozycji komputer rozpoczyna zliczanie każdej następnej pozycji po upływie określonego zadanego w dyrektywie odcinka czasu. Dla każdej obliczonej pozycji statku komputer zapamiętuje i drukuje głębokość do dna i temperaturę /powierzchniową/ wody morskiej. Informację przetworzoną można wyprowadzać na dowolne urządzenia zewnętrzne /np. dziurkarkę taśmy papierowej, na dalekopisy 1,2 lub 3 względnie monitor ekranowy - rys. 2/. Przykład wydruku na dalekopisie pokazany jest w załączniku 1. System jest tak zbudowany, że można jednocześnie wyprowadzać wyniki na wszystkie dostępne urządzenia zewnętrzne lub tylko na wybrane przez operatora systemu czy nawigatora. Po pełnym rozruchu systemu istnieje możliwość uruchomienia i wykonywania obliczeń przez programy na poziomie IVB, napisane w języku symbolicznym SIR lub krótkich programów wymiennych, przetłumaczonych z języków ALGOL lub FORTRAN.

## 2. ZBIÓR PROGRAMÓW SPECJALISTYCZNYCH OFF-LINE

Tradycyjne, manualne metody opracowania dużej liczby wyników badań na statku wymagają ogromnego nakładu pracy obliczeniowej i graficznej. Szczególnie w warunkach statkowych uciążliwe jest wykonanie długich obliczeń arytmetycznych, konstrukcji graficznych /przekroje hydrologiczne, mapy, rozkłady przestrzenno-czasowe itp./ oraz kreśleń w tuszu. Również bardzo pracochłonne są obliczenia fizycznych i dynamicznych charakterystyk oceanograficznych. Dotychczas z konieczności stosowano uproszczone formy obliczeń, ale popełniano przy tym sporo błędów, których wykrycie i skorygowanie na statku wymagało nakładu czasu i cierpliwości. Niekiedy rezygnowano w ogóle z niektórych obliczeń lub stopnia dokładności /np. nie uwzględniano liczebności grup tzw. wag statystycznych, w trakcie obliczeń statystycznych, aproksymacji funkcji dla pomiarów empirycznych itp./, a prace graficzne i kreślenie w tuszu, wykonywane ręcznie w warunkach morskich były mniej estetyczne.

Oprogramowanie prac obliczeniowych i graficznych dla głównych dziedzin badawczych na statku - kartografii, hydroakustyki, oceanografii, ichtiologii, biologii morza i technologii - odciążyło znacznie grupy badawcze od żmudnej, zrutynizowanej pracy mechanicznej. Rozszerzyło równocześnie zakres opracowań wyników doraźnych, skróciło czas opracowania wyników obliczeń, ilość kombinacji rozdziału



materiału badawczego na podzbiory, połączeń w zbiory itp. Podniosło także estetykę i dokładność prac kreślarskich w tuszu, co jest bardzo ważne, szczególnie dla kartografii.

Komputeryzacja zmieniła styl pracy ekip w fazie wstępnego i dalszego opracowania wyników, a szczególnie prac oceanograficznych, ichtiologicznych i kartograficznych. Obecnie i w dalszych etapach opracowania czynności w fazie czasowo-graficznego opracowania sprawdzają się do odpowiedniego pogrupowania wyników badań, poprawnego /rozdziału ich na dane wejściowe/ dla odpowiednich programów i wyperforowania taśmy danych na dalekopisie oraz ewentualnej korekty taśm w razie popełnienia błędów perforacji.

Ciężar gatunkowy prac ekip przesunął się zatem na wnikliwą, kompleksową analizę obszernego materiału badawczego oraz na wyciąganie wniosków ogólnych i szczegółowych w łańcuchu współzależności zjawisk przyrody, a także opracowanie rybackich dokumentacji łowisk.

Podniesienie efektywności wstępnego opracowania danych przez oprogramowanie nie oznacza równocześnie zredukowania liczebności ekipy badawczej na statku ani grupy programistów, zarówno na statku jak i na lądzie, a wręcz odwrotnie. Komputeryzacja po wejściu w stadium wdrożenia eksploatacyjnego w danej dziedzinie nauki podnosi nieco liczebność zatrudnienia fachowców pracujących dwupłaszczyznowo - w swojej specjalności i jej oprogramowaniu komputerowym, a wobec całej ekipy stawia wysokie wymagania odnośnie eksploatacyjnego stosowania techniki cyfrowej, zaś programistom narzuca ścisłą współpracę ze specjalistami z tej dziedziny, którą oprogramowują.

Doświadczenia uzyskane w pracach wykonywanych na lądzie u nas i zagranicą oraz nasze kilkuletnie już doświadczenia wdrażania elektronicznej techniki obliczeniowej w badaniach morskich dowodzą, iż komputeryzacja odciąża naukowców od czasochłonnych prac zrutynizowanych, a równo-

częśnie otwiera szerokie horyzonty i stwarza możliwości dla faktycznie twórczej pracy naukowej. Umożliwia ukierunkowanie prac badawczych a także łączenie ciągów badawczych i informatycznych w kanały bardziej złożone, w powiązane systemy badawczo-informatyczne. Ze starych doświadczeń wyciąga się wnioski dla dalszego rozwoju kierunków i metod badawczych. W miarę użytkowania istniejących programów powstaje zapotrzebowanie na nowe algorytmy dla oprogramowania przetwarzania danych w szerszym, kompleksowym ujęciu oraz konstruuje się systemy wieloprogramowe.

Dlatego należy oczekiwać w najbliższych latach szerokiego rozwoju prac badawczych, koncepcyjnych, konstrukcji algorytmów i multiprogramów, przede wszystkim w dziedzinach dotychczas najbardziej zmatematyzowanych i oprogramowanych na statku i lądzie /takich, jak dynamika układów połowowych /statek-włók/, oceanografia, szacowanie zasobów na tle warunków środowiska, a także kartografia rybacka podczas poszukiwania i badania nowych łowisk/.

## 2.1. KARTOGRAFIA RYBACKA - PROGRAM MAPAK

Zasadniczym celem kartografii rybackiej w obecnej dobie poszukiwania i odkrywania nowych łowisk jest szybkie zdjęcie dokładnej konfiguracji dna łowisk oraz podwodnych przeszkód trałowania wraz z oznaczeniem rodzaju osadów dennych. Dane te pochodzić mogą z map morskich różnych admiralicji, które dla potrzeb rybołówstwa jednak są zbyt skąpe do kartowania i muszą być uzupełniane dokładnymi pomiarami głębokości za pomocą echosondy przy dokładnie określonej pozycji statku.

Zastosowanie komputera do wykreślenia siatki kartograficznej oraz nanoszenia punktów pomiaru głębokości miało dwa zasadnicze cele. Po pierwsze - wyeliminowanie pracy ręcznej i w poważnym stopniu skrócenie pracochłonności oraz czasu podczas konstrukcji siatki kartograficznej, a po drugie - umożliwienie wykonania map rybackich w morzu według aktualnych potrzeb. Pomijając dokładność



wykonania przez komputer siatki kartograficznej /wykreślacz kreśli z dokładnością do 0,1 mm/, która i tak jest dostatecznie duża, należy wspomnieć o czasie kreślenia. Otóż czas potrzebny na wykonanie siatki sposobem ręcznym /włączając w to również obliczenia/ trwa około 4 dni, natomiast przy użyciu komputera te same czynności zajmują maszynie nie więcej niż pół godziny czasu pracy. Zastosowanie komputera do tego celu wydaje się jak najbardziej celowe i uzasadnione. Z idei tej powstał program MAPAK, który oblicza i wykreśla parametry siatki kartograficznej w odwzorowaniu Merkatora dla dowolnego obszaru kuli ziemskiej i w dowolnej skali tego odwzorowania.

#### 2.1.1. Przeznaczenie programu

Program MAPAK wylicza i wykreśla w zadanej skali równoleżnika podstawowego siatkę mapy w odwzorowaniu Merkatora dla dowolnego obszaru kuli ziemskiej oraz zadanych ograniczeń szerokości i długości geograficznej.

Na siatkę tę można nanosić programowo lub ręcznie punkty pomiarów głębokości w postaci rzutów cechowanych. Program oblicza zestaw południków i równoleżników według elipsoidy Bessela.

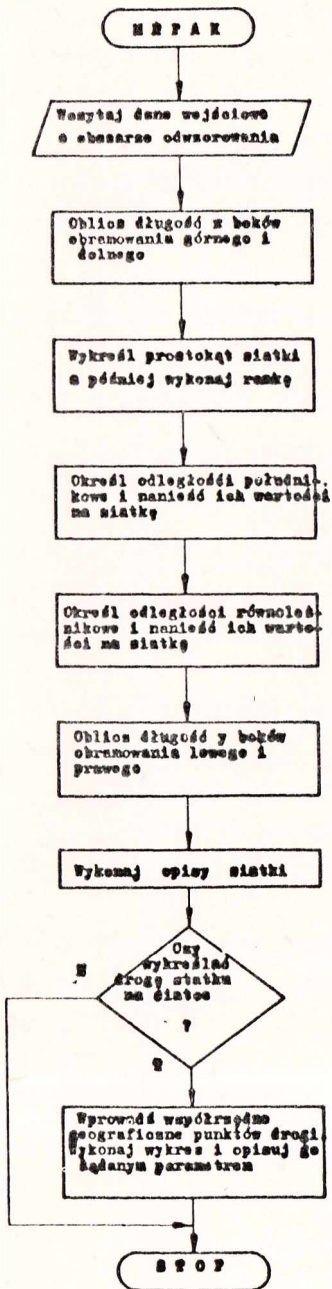
#### 2.1.2. Charakterystyka programu

Program napisany jest w języku ALGOL 60 z możliwością realizacji na komputerze Elliott 905 z podłączonym do niego wykreślaczem bębnowym /plotterem/. W celu wykreślenia siatek kartograficznych użyto w programie standardowych procedur sterujących pracą wykreślacza. Procedurami tymi są:

procedura SETORIGIN - ustawiająca wyjściową pozycję pisaka i przygotowująca wykreślacz do pracy;

procedura DRAWLINE - kreśląca linię od punktu aktualnego położenia pisaka do punktu następnego o współrzędnych określonych przez program główny;





Rys. 13. Schemat blokowy programu MAPAK

procedura MOVEPEN - spełniająca funkcję analogiczną do DRAWLINE z tym, że przesuwają pisak nie kreśląc linii;

procedura WAY - ustalająca wielkość znaków alfanumerycznych, potrzebnych do opisu wykresu.

Budowa tych procedur pozwala na wygodne ich użycie w każdym programie, przeznaczonym do wykonania wykresów.

Elementy siatki kartograficznej, obliczane przez komputer i służące do konstrukcji siatki, składają się z długości obramowania górnego i dolnego, lewego i prawego obszaru odwzorowania, odległości między południkami i równoleżnikami oraz wielkości kroku opisującego południki i równoleżniki na ramce. Program do kreślenia siatki jak tak zbudowany, że komputer obliczając każdy z wymienionych elementów nie przechowuje ich wartości w pamięci, tylko od razu wyprowadza je na wykreślacz, co pozwala na znaczne zaoszczędzenie pamięci operacyjnej. Po wykreśleniu siatki komputer przesuwają pisak wykreślacza w położenie początkowe na wypadek, gdyby zaistniała potrzeba wykreślenia na tej siatce drogi przebytej przez statek w danym obszarze /rys. 13/. Dodatkowo,



wykres drogi może być opisany przez komputer jednym z parametrów /np. głębokością, temperaturą powierzchniową wody morskiej lub innym parametrem wybranym przez użytkownika/.

Dane wejściowe - współrzędne geograficzne i wartości liczbowe nanoszonego parametru - wczytywane są przez program z taśmy perforowanej.

Schemat blokowy programu przedstawiono na rysunku 13, a przykład wykreślenia - na rysunku 14.

### 2.1.3. Algorytm obliczeń programu MAPAK

Algorytm obliczeń wykonuje się w programie na podstawie wprowadzenia początkowych danych wejściowych w postaci

$\varphi_0, \varphi_1, \lambda_0, \lambda_1, \varphi_{\text{rów}}$  i skali, gdzie

$\varphi_0$  - szerokość geograficzna dolna /S/ obszaru odwzorowania;

$\varphi_1$  - szerokość geograficzna górna /N/ obszaru odwzorowania;

$\lambda_0$  - długość geograficzna lewa /W/ obszaru odwzorowania;

$\lambda_1$  - długość geograficzna prawa /E/ obszaru odwzorowania;

$\varphi_{\text{rów}}$  - szerokość geograficzna równoleżnika konstrukcyjnego.

Zredukowaną szerokość geograficzną  $u$  u równoleżnika konstrukcyjnego wyznacza się przez

$$u = \varphi_{\text{rów}} - \delta$$

gdzie  $\delta$  jest wyrażeniem redukującym, wyrażonym równaniem

$$\delta = \frac{1}{\sin 1''} \cdot \mu \cdot \sin^2 \varphi_{\text{rów}}$$

Wielkość stała  $\mu$  dla elipsoidy Bessela równa się

$$\mu = \frac{1}{299,1528}$$



Czynnik redukujący  $K_m$  określa się zależnością

$$K_m = m \cdot \cos u$$

gdzie  $m = \frac{1}{\text{skala}} \cdot 1000$ , a  $u$  jest zredukowaną szerokością geograficzną.

Długość boków  $X$  obramowania górnego i dolnego siatki oblicza się z wzoru

$$X = 1855,4 \cdot K_m \cdot \Delta \lambda \text{ /mm/}$$

gdzie  $\Delta \lambda$  jest wielkością różnicy skrajnych długości geograficznych obszaru odwzorowania.

Długość boków  $Y$  obramowania lewego i prawego siatki określa się z wzoru

$$Y = \Delta S \cdot K_m \text{ /mm/}$$

gdzie  $\Delta S = S_B - S_A$  jest różnicą południkowych długości skrajnych równoleżników obszaru odwzorowania.

Jeżeli obszar odwzorowania jest zawarty w szerokości pomiędzy równoleżnikami skrajnymi  $S_n$  i  $S_s$ , to odpowiednio

$$S_B = a \left[ \lg \operatorname{tg} \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin S_n}{4} + \frac{S_n}{2} \right] - e^2 \sin S_n - \frac{1}{3} e^4 \sin^3 S_n + \\ - \frac{1}{5} e^6 \sin^5 S_n /$$

$$S_A = a \cdot \left[ \lg \operatorname{tg} \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin S_s}{4} + \frac{S_s}{2} \right] e^2 \sin S_s + \\ - \frac{1}{3} e^4 \sin^3 S_s - \frac{1}{5} e^6 \sin^5 S_s /$$

gdzie  $e$  jest mimośrodem elipsoidy Bessela, natomiast  $a$  - jej większą półosią.

Cały powyższy algorytm został oparty na wzorach umieszczonych w pracy J. Wybickiego pt. "Leksodroma i ortodroma".

## 2.2. HYDROAKUSTYKA

Dla potrzeb hydroakustyki opracowano specjalistyczne programy, obliczające warunki rozchodzenia się dźwięku w wodzie morskiej oraz przypowierzchniowych warstwach dna.

2.2.1. Program SOUND - oblicza empiryczne warunki rozchodzenia się dźwięku w wodzie morskiej dla potrzeb hydrolokalacji i fizyki morza.

### C h a r a k t e r y s t y k a   p r o g r a m u

Program napisany jest w języku FORTRAN-900 ze wstawkami w języku bazowym SIR.

Danymi wyjściowymi są pomierzone wartości temperatury wody i zasolenia na określonych głębokościach /pionowy rozkład temperatury i zasolenia -  $t$  i  $S$ /.

Na podstawie danych wejściowych program oblicza:

- prędkości dźwięku w wodzie  $/V_1/$  na głębokościach pomiarów  $t$  i  $S$ ;
- średnią ważoną prędkość dźwięku w głęb, do kolejnego horyzontu pomiaru  $T$  i  $S$  /wagami jest miąższość warstw pomiędzy kolejnymi horyzontami pomiaru/;
- wykrywa kanał dźwiękowy i poziomą prędkość  $/V_{min}/$  rozchodzenia się dźwięku w tym kanale;
- wykrywa kąt graniczny  $\beta$ , na podstawie pionowego rozkładu prędkości dźwięku, przy którym wypuszczona z sonaru wiązka powinna ugiąć się do poziomu i wejść w kanał dźwiękowy.

Przykład wyników obliczeń przedstawiono na załączniku 3.

### A l g o r y t m   o b l i c z e ń

Obliczenie prędkości dźwięku wykonuje się dla każdego poziomu pomiaru /Z/ na danej stacji oceanograficznej przy pomierzonej temperaturze wody /t/ i zasoleniu /S/.

Prędkość dźwięku obliczana jest na podstawie następującej formuły empirycznej /według tablic oceanograficznych/:

$$V = 1449,14 + \Delta V_t - \Delta V_s + \Delta V_p + \Delta V_{stp}$$

gdzie V - prędkość dźwięku w wodzie morskiej w m/s,  
1449,19 - stała teoretyczna prędkość dźwięku w wodzie słodkiej,

$\Delta V_t$  - przyrost prędkości spowodowany zmianami temperatury wody,

$\Delta V_s$  - przyrost spowodowany zasoleniem,

$\Delta V_p$  - przyrost spowodowany ciśnieniem wody na danej głębokości,

$\Delta V_{stp}$  - przyrost spowodowany ściśliwością wody morskiej na danej głębokości /wynika z modułu ściśliwości wody/.

Na początku obliczane są następujące parametry wyjściowe dla poziomów pomiarów:

p - ciśnienie na głębokości Z /w atmosferach/

$$p = 0,103837 \cdot Z + 0,31$$

$S_r$  - zasolenie zredukowane /w promilach/

$$S_r = S - 35$$

a następnie oblicza się składowe /poprawki/ prędkości według poniższych formuł empirycznych:



$$\Delta V_t = //0,079851 \cdot t - 2,604/ \cdot t - 445,32/ \cdot t \cdot 10^{-4} + 4,5721/ \cdot t$$

$$\Delta V_s = /0,001692 \cdot S_r + 1,39799/ \cdot S_r$$

$$\Delta V_p = // -0,003360 \cdot p + 3,5216/ \cdot p \cdot 10^{-4} + 1,0268/ \cdot p + 16027,2/ \cdot p \cdot 10^{-5}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{stp} = & //7,7711 \cdot t - 112440,0/ \cdot t \cdot 10^{-7} + \\ & + /7,7016 - 0,012943 \cdot p/ \cdot p \cdot 10^{-5} + \\ & + /0,1579 \cdot t + 3,158/ \cdot t \cdot p \cdot 10^{-8}/ \cdot S_p + \\ & + //0,045283 \cdot t + 7,4812/ \cdot t - 186,07/ \cdot t \cdot p \cdot 10^{-6} + \\ & + //0,001856 \cdot t - 0,25294/ \cdot t \cdot 10^{-6}/ \cdot p^2 + \\ & + /-0,19646 \cdot p^2 \cdot t \cdot 10^{-9}/ \end{aligned}$$

Średnią ważoną bieżącą prędkość dźwięku w głąb do danego poziomu oblicza się wyrażeniem

$$W_i = \frac{1}{Z_i} \sum_{i=2}^n \frac{1}{2} /V_{i-1} + V_i/ \cdot /Z_i - Z_{i-1}/$$

gdzie  $i$  - indeks poziomów pomiarów  $Z_i$  na stacji oceanograficznej;

$n$  - ilość poziomów pomiarów;

$V_i, V_{i-1}$  - prędkość dźwięku na głębokości  $i$ -tej i bezpośrednio płytszej.

Program wyszukuje poziom, na którym znajduje się minimalna prędkość dźwięku  $V_{min}$ . Poziom ten traktowany jest jako oś kanału. Następnie badany jest pionowy gradient prędkości  $\Delta V/\Delta Z$  powyżej i poniżej osi kanału /dla ustalenia prędkości granicznej  $V_{gr}/$ . Jako prędkość graniczną przyjmuje się prędkość na poziomie pomiarów powyżej lub poniżej osi kanału, na którym zachodzi wyraźniejsze załamanie się pionowego gradientu prędkości, przy czym dla obu przypadków musi być spełniony warunek

$$\frac{\Delta v}{\Delta z} = \frac{v_{gr} - v_{min}}{\Delta z} \gg 0,4 \quad \left[ \frac{m/s}{m} \right]$$

W przypadku gradientu mniejszego niż 0,4 uważa się, że kanał dźwiękowy praktycznie nie istnieje.

Następnie obliczane są przybliżone wartości kątów granicznych  $\beta$  i  $2\beta$  z zależności

$$\beta = \sqrt{2 \frac{v_{gr} - v_{min}}{v_{gr}}}$$

przy czym zakłada się, że wiązka wysłana z sonaru pod kątem  $\alpha$  względem osi kanału, w którym

$$\beta \leq \alpha \leq 2\beta$$

powinna ugiąć się i wejść w kanał.

Obliczane są również i drukowane sinusy kątów  $\beta$  i  $2\beta$ .

2.2.2. Program DNOMOR - dokonuje obliczeń współczynnika odbicia fali akustycznej od dna, co pozwala na określenie charakteru dna. Do danych wejściowych do programu należy:

- MILA - numer stacji oceanograficznej lub mili na profilu hydroakustycznym, na którym dokonano pomiaru;
- GL - głębokość miejsca pomiaru;
- K1, K2 - wzmocnienie kanałów integratora echa;
- D1, D2 - wielkości integracji I i II echa od dna;
- P1, P2 - poprawki, wynikające z krzywych kalibracji, obliczone na podstawie znajomości głębokości i tabel kalibracji.

Współczynnik odbicia fali akustycznej od dna oblicza się według wzorów:

$$KD = 4,3 \cdot l_n \frac{D_2}{D_1} + K1-K2+P1+P2 \quad [dB] \quad /1/$$

$$K = e^{0,23 \cdot KD} \quad /2/$$

gdzie zmienne po prawej stronie wzoru /1/ mają znaczenie takie, jak w opisie danych wejściowych, a - KD jest współczynnikiem odbicia fali, wyrażonym w decybelach, natomiast K - współczynnikiem odbicia fali w skali dziesiętnej.

Współczynniki odbicia fali akustycznej od dna oblicza się dla każdego pomiaru na danym profilu oceanograficznym. Mając dane n pomiarów takich współczynników program określa wartość średnią oraz odchylenie standardowe i wariancję dla serii n pomiarów.

### 2.3. OCEANOGRAFIA

Opracowanie wyników pomiarów oceanograficznych - temperatury, zasolenia, zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie oraz stężenia soli biogenicznych - jest najbardziej czasochłonne i żmudne pod względem arytmetycznym oraz wymaga użycia arytmetrów i dużej liczby przeróżnych tablic.

Empiryczne formuły obliczania charakterystyk oceanograficznych /jak np. gęstości wody morskiej, głębokości dynamicznych, wskaźnika stabilności równowagi oraz mas wodnych i in./ są bardzo długie i zawiłe. Obliczenie tych charakterystyk dla wszystkich stacji w trakcie trwania rejsu byłoby, bez wdrożenia techniki cyfrowej, ze względu na czas, wręcz niewykonalne.

Technikę cyfrową do obliczeń oceanograficznych zaczęto wdrażać w Instytucie od roku 1966. Początkowo były to pojedyncze programy, uruchamiane w ośrodkach lądowych, obliczające określone zespoły charakterystyk oceanograficznych. Lądowe doświadczenia i dorobek programowy w formie gotowych poprawnych algorytmów i organizacji programów bardzo przydały się podczas programowania na statku.



Zespół oceanografów, przeszkolony w stosowaniu techniki cyfrowej na lądzie, szybko wprowadził ją do eksploatacji statku, a niektórzy specjaliści - także do czynnego programowania.

Prawie cały proces wstępnego opracowania pomiarów oceanograficznych został oprogramowany przez zespół programów OCEAN, OCEAN1, OCEAN2, BISSET i PROFIL, które produkują dokumenty końcowe, zawierające wyniki badań na stacjach oceanograficznych, w postaci tabelarycznych zestawień wyników badań fizyko-chemicznych i charakterystyk oceanograficznych oraz rozrysowują w tuszu ich rozkłady pionowe na profilach /przekrojach/ oceanograficznych, składających się zwykle z kilku /do kilkunastu/ stacji.

Wyniki do interpretacji otrzymuje się niemal na bieżąco, zwykle po jednym lub dwóch dniach od daty wykonania pomiarów na całym profilu oceanograficznym lub serii stacji.

#### 2.3.1. Zespół programów oceanograficznych OCEAN, OCEAN1, OCEAN2

Zespół programów oceanograficznych skompilowany został<sup>x</sup> z szeregu pojedynczych programów - MIRH, MIR1, MIR2, TLEN, ZASO, BIOGEN, opracowanych i uruchomionych w ośrodkach obliczeniowych na lądzie, w Pracowni Badań Środowiska Morskiego OBRD oraz z programów cząstkowych, opracowanych sukcesywnie na statku w trakcie pierwszych rejsów. Programy przechodziły szereg kolejnych etapów udoskonalenia i rozbudowy i będą nadal - w miarę potrzeb - rozwijane, aczkolwiek w sensie eksploatacyjnym zmieniają się niewiele.

<sup>x</sup>A. Grelowski zaprogramował wstępne opracowanie wyników oraz skompilował i uruchomił programy według obecnej wersji eksploatacyjnej z programów cząstkowych, opracowanych w OBRD przez A. Grelowskiego i A. Piotrowskiego. Obecnie, w końcowej fazie eksploatacyjnego rozruchu znajdują się dwa następne programy opracowane w rej - sie na łowiska antarktyczne przez A. Grelowskiego: 1. Program FOLLBB - przetwarzający dane wejściowe odczytane z rejestratora wieloczułnikowej sondy oceanograficznej Bissett-Bermana; 2. Program CHEMIK - analizujący gradienty termiczne i parametrów hydrochemicznych w rozkładzie pionowym na stacji.

W niniejszym dziale ograniczono się do przedstawienia głównych funkcji użytkowych programów oraz ogólnej organizacji i struktury. Szczegóły budowy algorytmów, ze względu na ich obszerność, z konieczności zostały pominięte. Natomiast można je znaleźć w dokumentacjach programów w tablicach oceanograficznych i w fachowej współczesnej literaturze oceanograficznej.

Programy ujęte są na oddzielnych taśmach, ponieważ zbyt szczupła pamięć operacyjna /16K/ uniemożliwia połączenie ich w całość.

### P r z e z n a c z e n i e   z e s p ó ł u   p r o g r a m ó w   o c e a n o g r a f i c z n y c h   i   i c h   o p i s y   f u n k c j o n a l n e

Zespół programów umożliwia szybkie opracowanie wstępne i wyższego stopnia wszystkich wyników pomiarów oceanograficznych, wykonywanych na stacjach. Końcowymi produktami są wydruki wartości rzeczywistych mierzonych parametrów fizycznych i chemicznych wody morskiej oraz charakterystyki dynamiczne mas wodnych.

Wyniki zredagowane są w postaci dziennika pomiarów oceanograficznych oraz taśm danych, stanowiących dane wejściowe dla kolejnego programu z grupy OCEAN oraz PROFIL, a w przyszłości - i innych.

Poszczególne programy realizują operacje według poniższego schematu.

Program OCEAN - realizuje wstępne opracowanie danych pomiarowych na stacjach oceanograficznych:

- wczytując i zapamiętując w odpowiednich tablicach w pamięci operacyjnej dane liczbowe świadectw tarowania termometrów odwracalnych oraz termogłębociomierzy;
- wczytując liczbowe dane nagłówkowe stacji oceanograficznej - datę, czas pomiaru, współrzędne geograficzne, głębokość do dna itp.;

- wczytując wyniki pomiarów i obserwacji meteorologicznych dla danej stacji;
- wczytując głębokości poszczególnych poziomów pomiarów oraz numery termometrów i odczyty temperatur pomocniczych i głównych termometrów odwracalnych, a - jeżeli użyto - również odczyty termogłębiociomierzy;
- obliczając rzeczywiste temperatury wody na podstawie danych ze świadectw, licząc poprawki instrumentalne i redukcyjne, korygując odczyty termometrów, obliczając średnie /z pary/ temperatury na danym poziomie;
- wczytując wyniki pomiarów zasolenia dla prób wykonanych salinometrem indukcyjnym oraz ich indeksy ładowania w pamięci i przynależności do określonej stacji;
- obliczając rzeczywiste wartości zasolenia prób w promilach z odczytów współczynników przewodnictwa na solinometrze, przypisując i zapamiętując w odpowiedniej tablicy zasolenia przynależne do danej stacji i głębokości pomiaru;
- wczytując dane wejściowe pomiarów fotokolorymetrycznych stężenia soli biogenicznych  $PO_4$ , Si,  $NO_2$ ,  $NO_3$  i  $NH_4$  dla prób przypisanych określonym stacjom i głębokościom pomiarów i przeliczając stężenia w  $\mu g-at/l$ ;
- wczytując faktor tiosiarczanu oraz wyniki miareczkowania zawartości rozpuszczonego tlenu w wodzie metodą Winklera i obliczając stężenie tlenu w ml/l oraz stopień nasycenia w procentach;
- wypuszczając pierwszą taśmę danych liczbowych dla OCEAN1.

Program OCEAN1 - realizuje drugi etap wstępnych pracowań, a więc koryguje rozmieszczenie poziomów pomiarów przez:



- wczytanie danych wejściowych o ustalonych rekordach z taśmy pierwszej;
- liczenie umownej objętości właściwej "in situ" /tj. pod ciśnieniem na głębokości, na której zalega dana masa/ wody morskiej  $/V_{STp}/$ ;
- obliczanie faktycznych głębokości poziomów pomiarów ze wskazań termogłębokościomierzy, dla poziomów na których ich użyto;
- obliczanie faktycznych głębokości drogą interpolacji liniowej pomiędzy termogłębokościomierzami, dla poziomów pośrednich;
- wypuszczanie drugiej taśmy danych wartości rzeczywistych parametrów fizycznych i chemicznych w funkcji głębokości, przy czym taśma danych wczytywana jest przez programy OCEAN2 i PROFIL;

Program OCEAN2 - oblicza charakterystyki fizyczne i dynamiczne mas wodnych przez:

- wczytanie danych wejściowych z taśmy drugiej;
- wyliczanie drogą interpolacji z faktycznych poziomów pomiarów wartości temperatur, zasolenia i zawartości tlenu  $/T, S, O_2/$  dla ustalonych międzynarodowo poziomów standardowych  $/STD/$ ;
- obliczenie dla poziomów standardowych fizycznych i dynamicznych charakterystyk oceanograficznych:

- $\sigma_t$  - umownej gęstości właściwej wody morskiej,
- $\sigma_{STp}$  - umownej gęstości właściwej "in situ",
- $V_{STP}$  - umownych objętości właściwych "in situ",
- $SVA \cdot 10^6$  - anomalii objętości właściwej "in situ" w umownych jednostkach  $/10^6/$ ,
- $VDZ$  - chwilowej prędkości dźwięku w wodzie morskiej na danym poziomie  $/m/s/$ ,
- $VSR$  - średnich ważonych prędkości dźwięku w wodzie /wagami jest miąższość pomiędzy kolej-

nymi poziomami standardowymi/ dla głębokości 100, 200, 300, 500, 1000 m lub do dna dla stacji płytszych,

S/SVA/ - głębokości dynamicznych /km/,

$E_{STp} \cdot 10^8$  - pionowego gradientu gęstości mas wody w umownych jednostkach /tzw. pionową stabilność mas wodnych/

$$E_{STp} \approx \frac{\Delta \sigma_{STp}}{\Delta z} \cdot 10^8$$

- drukowanie dziennika pomiarów oceanograficznych dla danej stacji w ustalonej formie słowno-cyfrowej oraz trzeciej taśmy danych liczbowych dla programu PROFIL i innych, będących w opracowaniu, programów kreślenia na wykreslaczu.

Przykład wydruku wyników podano w załączniku 5. Na wydruku faktyczne głębokości pomiarów zaznaczono symbolem OBS, zaś poziomy standardowe - STD.

### O g ó l n a   c h a r a k t e r y s t y k a   b u d o w y p r o g r a m ó w   o c e a n o g r a f i c z n y c h

Wszystkie programy napisane są w języku FORTRAN-IV, Elliott 900, na translator 16 K-IP, a niektóre segmenty - w kodzie maszynowym SIR,

Programy podzielone są na funkcjonalne segmenty operacyjne, realizujące określone czynności, takie jak czytanie świadectw, głębokości standardowych, danych wejściowych określonego typu oraz realizacja obliczeń, jak również wydruk wyników na dalekopisie lub na taśmie itp.

Określone mu segmentowi operacyjnemu przypisany jest numer referencyjny. Po wczytaniu instrukcji operacyjnej w postaci liczby naturalnej jako cyfrowego klucza, następuje skok do określonego segmentu i wykonują się zaprogramowane

mowane w nim operacje. Po skończeniu akcji programy wracają do początkowej instrukcji czyli wczytania następnego klucza referencyjnego lub wchodzi w stan oczekiwania /PAUSE/, aby operator mógł przygotować następne taśmy i operacje, po czym operator może restartować program do następnych obliczeń.

Wszystkie dane wejściowe pisze się w formatach swobodnych /niezredagowanych/, identycznie jak liczby w postaci algebraicznej, co zapobiega wielu pomyłkom oraz ułatwia pisanie i korektę taśm danych. Separatorami pomiędzy liczbami jest jedna lub więcej spacji oraz znak nowej linii /LF/.

Na wydruku wyników końcowych z OCEAN2 w postaci dziennika obserwacji stacji oceanograficznej /zał. 5/, poszczególne wartości oznaczone są w postaci czytelnych mnemotechnicznych skrótów.

### 2.3.2. Program BISSET

#### P r z e z n a c z e n i e

Program BISSET jest wieloczynnościowym systemem podprogramów dla testowania i przetwarzania na wielkości rzeczywiste odczytów binarnych z sygnałów analogowych z wieloczułkowej sondy oceanograficznej Bissett-Bermana - głębokości, temperatury, zasolenia i rozpuszczonego tlenu.

#### O p i s o p e r a c y j n y p r o g r a m u

Odczyty można przeliczać na wielkości fizyczne w czasie rzeczywistym i rejestrować na taśmie papierowej w trakcie operacji opuszczania sondy lub przetwarzać /rekalibrować/ w czasie późniejszym, sczytując z taśmy danych.

Rodzaj operacji oraz sposoby ich realizacji określa się przez wybór odpowiednich instrukcji operacyjnych /tj. opcji w postaci numerów referencyjnych/.



Program wykonuje następujące główne operacje:

- 1/ wczytuje instrukcje czytania poszczególnych czujników - adres kanału i wielokrotność wzmocnienia napięcia sygnału analogowego;
- 2/ wczytuje współczynniki równań liniowych /a,b/ dla przeliczania /kalibracji/ odczytów binarnych na fizyczne wielkości rzeczywiste - głębokości, temperatury, zasolenia i rozpuszczonego tlenu;
- 3/ wylicza programowo współczynniki równań liniowych /a,b - jeżeli wczyta się współrzędne dwóch punktów uznanych za repery/ dokładnie zmierzone wartości innymi przyrządami, zwykle na powierzchni i przy dnie;
- 4/ wczytuje głębokości standardowe, dla których w trakcie pomiarów zostanie zapamiętana temperatura, zasolenie i zawartość rozpuszczonego tlenu;
- 5/ wczytuje dane nagłówkowe stacji oceanograficznej, numer stacji, współrzędne geograficzne, głębokość, datę, godzinę pomiarów itp. oraz graniczną wartość drugiej pochodnej temperatury względem głębokości w celu wykrycia punktów załamania pionowego rozkładu temperatury;
- 6/ wczytuje parametry sterujące sposobem realizacji przetwarzania odczytów binarnych i wydruku wyników na zewnątrz na taśmie papierowej lub dalekopisie;
- 7/ każda sekwencja wczytywanych liczb, jako danych początkowych i parametrów sterujących, jest powtarzana na dalekopisie jako odpowiedź, że została przez program wczytana i zaakceptowana i jako sprawdzian dla operatora, czy nie popełniono pomyłek /zał. 6/;
- 8/ odczyty binarne parametrów czytane są sekwencyjnie, cyklicznie i dotyczą głębokości, temperatury, zasolenia, tlenu /Z,T,S,O<sub>2</sub>/. Czytanie może odbywać się według instrukcji o stałym wzmocnieniu sygnału lub o wzmocnieniach zmienianych programowo dla uzyskania maksymalnych dokładności odczytów /maksymalnych dopuszczalnych wzmocnień woltażu w konwertorze analogowo-cyfrowym/;

- 9/ wykonuje wydruki wyników /na taśmie papierowej lub dalekopisie/ przez ustawienie kluczem inżyniersko-operatorskim na pulpicie komputera, a w przypadku pomiarów "in-situ", niezależnie od wydruków na taśmie, na żądanie drukowane są wyniki kontrolne na dalekopisie;
- 10/ dla testowania poprawności działania urządzeń i kalibracji czujników głębokości, temperatury, zasolenia i tlenu realizuje rejestrację i przetwarzania odczytów binarnych i laboratoryjnych testowań inżynierskich w czasie rzeczywistym w trakcie pomiarów na stacji oceanograficznej.

Program umożliwia przetwarzanie, zapamiętywanie i wydruk wyników, zdeterminowane przez odpowiednie parametry sterujące, przez dokonaniem następujących czynności:

- cykliczny odczyt i wydruk pojedynczych odczytów binarnych wraz z wydrukiem instrukcji czytania danego parametru dla testowania poprawności działania urządzeń drogą transmisji sygnałów woltażowych,
- uśrednianie odczytów binarnych według zadanego licznika odczytów i drukowanie wyników. Odczyty przy zmienianych programowo wzmocnieniach prowadzone są do jednolitego poziomu wymnożeniem przez odpowiednią wagę  $2^{\pm n}$ . Wariant ten służy do laboratoryjnego testowania zespołu urządzeń i ustalenia licznika odczytów dla odfiltrowania zakłóceń /szumów/,
- przeliczanie uśrednionych odczytów binarnych na rzeczywiste wielkości fizyczne według liniowych równań kalibracyjnych, drukowanie wyników rekordami /wierszami/ - liczba porządkowa rekordu, głębokość, temperatura, zasolenie, tlen /zał. 7/. Akcja trwa cyklicznie, nieprzerwanie i służy do ustalenia równań kalibracyjnych w trakcie pomiarów "in-situ" w konfrontacji z odczytami z autonomicznego rejestratora T,S,O<sub>2</sub> w funkcji głębokości;

11/ dla eksploatacyjnych pomiarów na stacjach oceanograficznych realizuje w czasie rzeczywistym przetwarzanie i rejestrację wyników rzeczywistych wartości  $Z, t, S, O_2$  według poniższego schematu operacyjnego:

- uśrednia odczyty binarne według zadanego licznika  $N$  /zwykle 500-1500 odczytów/ i przelicza na rzeczywiste wielkości fizyczne według równań kalibracyjnych,
- zapamiętuje wyniki  $t, S$  i  $O_2$  dla zadanych głębokości standardowych /pkt. 4/ oraz dla głębokości, na których wykryto wyraźne załamanie się pionowego gradientu temperatury, a pośrednie zbędne paczki wyników są kasowane /wymazywane z pamięci/,
- na żądanie /opcjonalnie/ dla kontroli przebiegu pomiarów, drukuje co dziesiątą paczkę wyników na dalekopisie,
- kończy akcję po osiągnięciu przez sondę maksymalnej głębokości opuszczania, drukuje na dalekopisie komentarz i wartości  $t, S$  i  $O_2$  na powierzchni  $\sim 1$  m/ i na głębokości maksymalnej, dla ewentualnego skontrolowania wyników i podjęcia decyzji o rekaliibracji powtórnego przeliczenia według równań prostej,
- drukuje wyniki w postaci dziennika obserwacji zwykle na taśmę, z której odtwarza się na dalekopisie więcej egzemplarzy. Taśmy wyników może być powtórnice wczytane przy rekaliibracji lub przetwarzaniu wyższego stopnia /kompleksowo/ w innych programach;

12/ rekaliibracja /powtórne przeliczenie wyników w reżimie off-line/ przeprowadzana jest wówczas, kiedy wyniki pomiarów z sondy Bissett-Bermana odbiegają od wyników wykonanych dokładnymi metodami klasycznymi, co zdarza się po wymianie czujników lub w przypadku zmiany charakterystyk elektronicznych układów transmisji sygnałów analogowych itp.



Operację rekaliibracji można wykonać na trzech wariantach danych:

- 1/ na wynikach zapamiętanych w pamięci operacyjnej dla standardowych głębokości i punktów załamania rozkładu temperatury;
- 2/ na wynikach wczytanych z taśm danych poszczególnych stacji;
- 3/ na wynikach wczytanych z taśmy danych cyklicznych rejestracji, wykonanych w trakcie testowania /pkt. 10/.

Na końcu operacji następuje wydruk wyników w ustalonej formie dziennika obserwacji.

Program został napisany w języku FORTRAN - IV - Elliott 900, z segmentami w kodzie SIR, na translator 16K-IP.

Program BISSET zawiera wiele podprogramów i rozgałęzień operacyjnych. W trakcie eksploatacji będzie on ulegał dalszym modyfikacjom optymalizacji i powiązania funkcjonalnego z innymi programami oraz korektom po zmianie technicznych warunków podłączenia sondy do systemu komputerowego w celu zmniejszenia zakłóceń prądami błędzącymi na drodze przesyłania sygnałów woltażowych, obecnie zbyt dużych, bo rzędu kilkudziesięciu miliwoltów.

Przykłady przyjęcia i powtórzenia nastaw początkowych oraz parametrów sterowania pracą programu podano w załączniku 6, zaś wyniki testowania pracy sondy na stacji oceanograficznej - w załączniku 7.

O p i s a l g o r y t m i c z n y   p r a c y   p r o -  
g r a m u   n a   s t a c j i   o c e a n o g r a f i c z -  
n e j

Program wczytuje sekwencje dla Z,t,S i O<sub>2</sub> po N odczytów binarnych, tworzy sumy, a następnie uśrednia i wymnaża przez wagę  $W = 2^n$ , wynikającą z poziomu wzmacniania syg-

nału. Dla odfiltrowania zakłóceń licznik odczytów N wynosi od 500 do 1500, co trwa od 0,1 do 0,3 sekundy.

Średni odczyt binarny, sprowadzony do wspólnego poziomu wzmocnienia, wynosi zatem

$$\bar{x} = 2^n \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

a przeskalowanie na wielkości rzeczywiste /y/ przebiega według równania prostej /kalibracji/

$$y = a\bar{x} + b$$

gdzie b są stałymi równania, określonymi w trakcie kalibracji, a n jest wykładnikiem potęgi wagi, który waha się zwykle od -2 do +2, a dla wzmocnienia, przy którym wykonano kalibrację /tj. określono stałe parametry równania a i b/ wynosi zero /W=1/.

W zależności od nastaw na zakres głębokości pomiarów na rejestratorze głównym 750, 1500 i 3000 m oraz poziomów wzmocnienia, przyrosty głębokości na jeden bit  $\Delta Z_{gr}$  wahają się od 0,5 do 6 m /prędkość opuszczania sondy wynosi około 1 m/s/ i dlatego w programie zapamiętuje się chwilowo dwie sąsiednie głębokości różniące się o  $\Delta Z_{gr}$  oraz przynależne doń wartości t,S i O<sub>2</sub>.

Wyniki pośrednie są programowo pomijane. Zapamiętane są również poprzednie i bieżące pierwsze pochodne temperatury względem głębokości dla wykrycia punktów załamania pionowego rozkładu temperatury i zapamiętania do wydruków wyników na tych głębokościach, gdy

$$\left| \left( \frac{\Delta t}{\Delta z} \right)_{i-1} - \left( \frac{\Delta t}{\Delta z} \right)_i \right| \geq \left( \frac{\Delta^2 t}{\Delta z^2} \right) = \text{DTDOP}$$

Dopuszczalna bezwzględna wartość drugiej pochodnej /DTDOP/ jest podawana w początkowych danych nagłówkowych danej stacji i dobierana przez oceanografów tak, ażeby uchwycić właściwą stratyfikację mas wodnych w danym rejonie.

Do wydruku są zapamiętane wartości parametrów dla głębokości standardowych. Zapamiętanie następuje wówczas, gdy głębokość bieżąca  $Z_1$  przekroczy poziom kolejnej głębokości standardowej, a więc

$$Z_1 \geq Z_{St_j}$$

Operacje trwają cyklicznie nieprzerwanie do momentu osiągnięcia przez sondę głębokości maksymalnej, którą program poznaje po permanentnie pojawiających się ujemnych przyrostach głębokości. Pisze wówczas na dalekopisie komentarz "koniec stacji" oraz zapisuje wartości  $Z, t, S$  i  $O_2$  powierzchniowe i na maksymalnej głębokości.

Te kontrolne wydruki służą do doraźnego sprawdzania pracy sondy i podjęcia decyzji dotyczącej ewentualnej rekaliibracji /zwykle dodania stałej poprawki lub przeskalowania według równania prostej/.

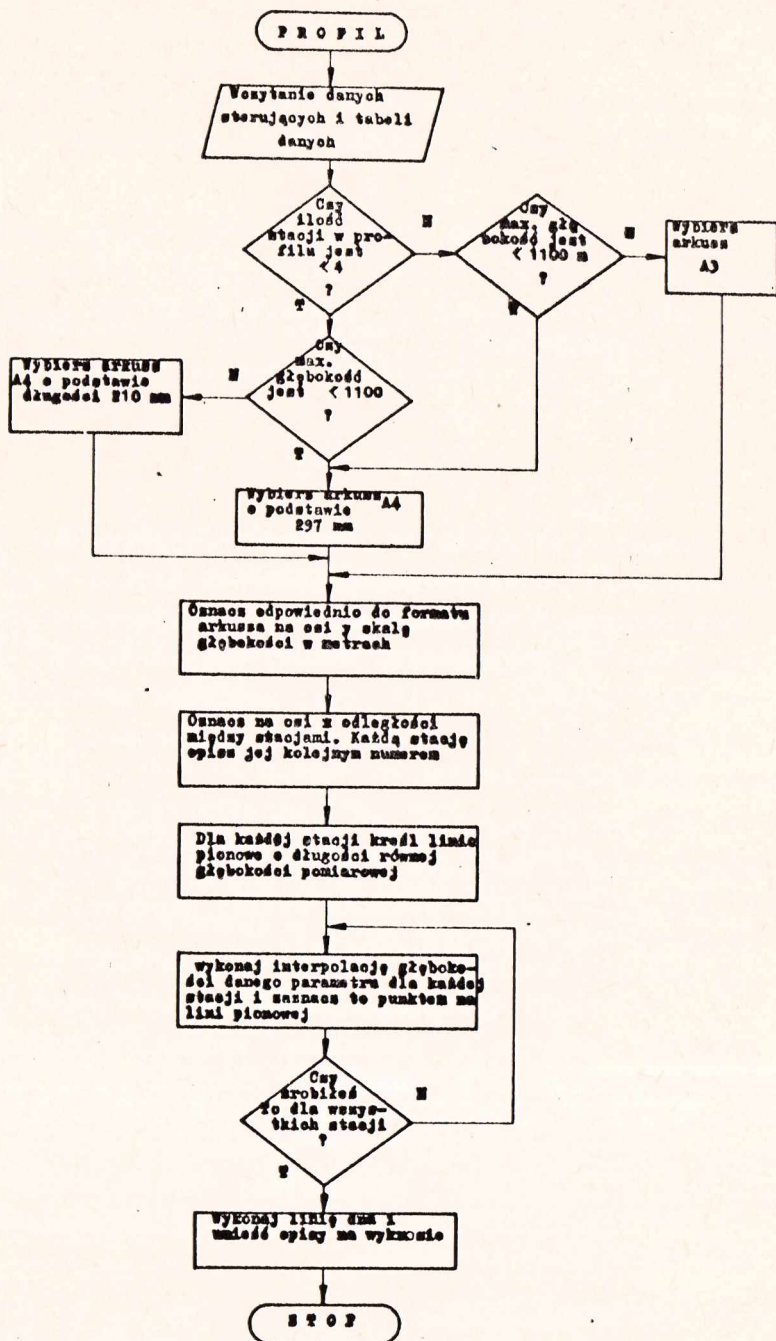
Po decyzji dyżurnego oceanografa wywołuje się odpowiednią instrukcją operatora wydruk wyników w postaci dziennika /zwykle na taśmę/.

Wyniki z tych taśm można powtórnie rekaliibrować przez wczytanie /w reżimie off-line/, jeżeli się okaże, że odbiegają one od wyników wykonanych w danym rejonie dokładnymi metodami klasycznymi.

### 2.3.3. Program PROFIL

Program napisany jest w języku ALGOL-60 na komputer Elliott 905, do którego podłączony jest wykreślacz bębnowy /plotter/ CALCOMP 563.



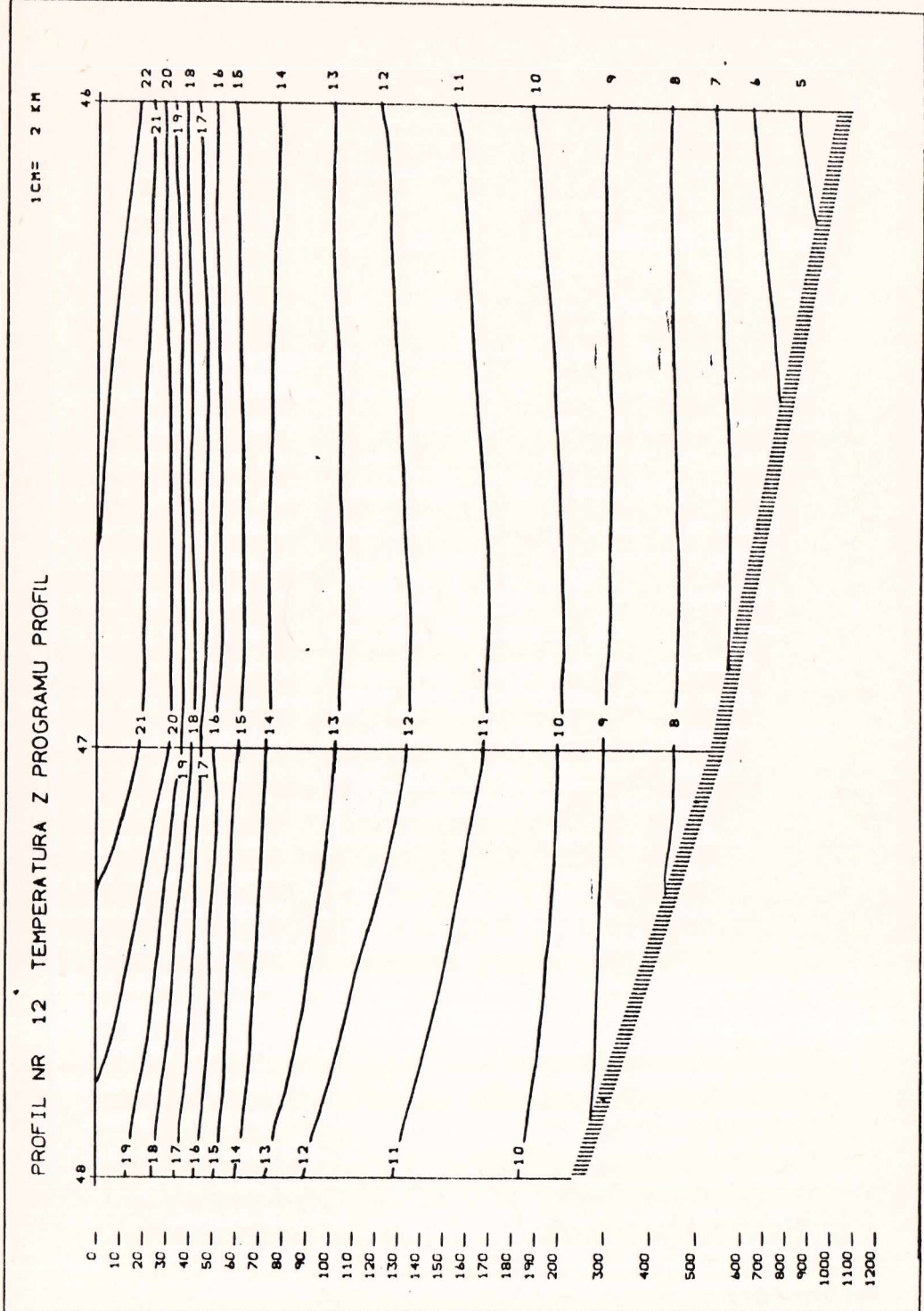


Rys. 15. Schemat blokowy programu PROFIL

W celu wykonania wykresów użyto w programie standardowych procedur SETORIGIN, DRAWLINE, MOVPEN i WAY /szerzej opisanych w pkt. 2.1.2./.

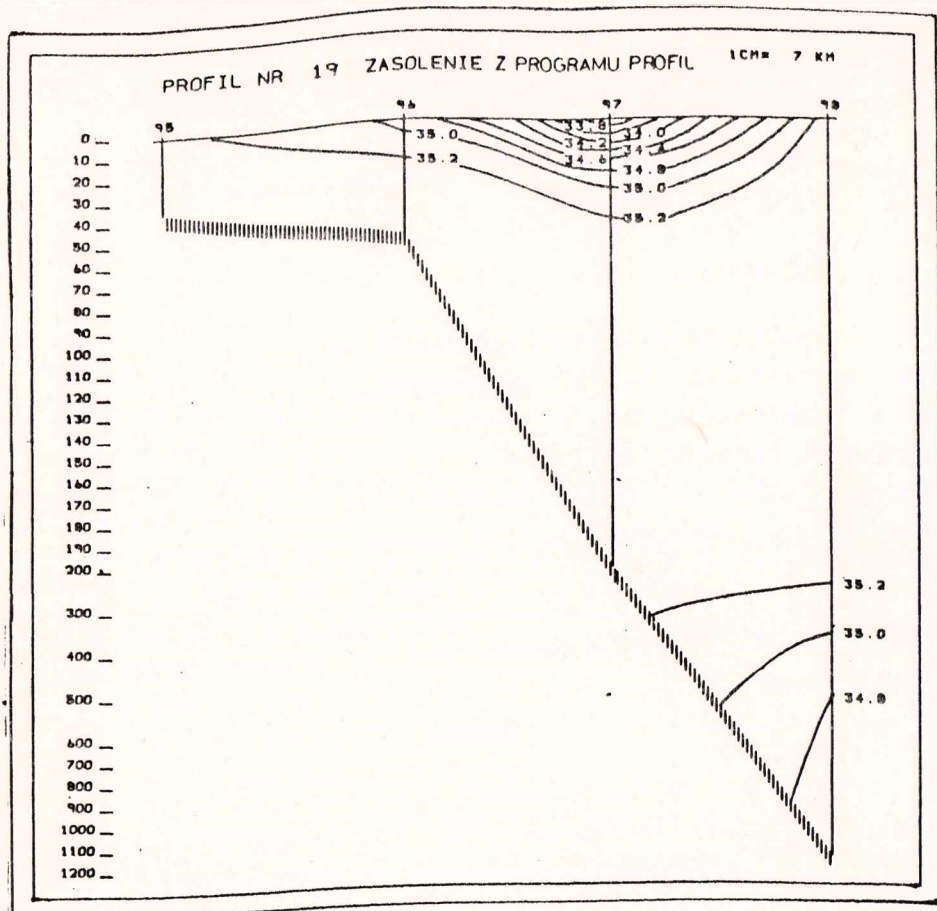
Wykreślanie każdego profilu przez program przebiega w następujący sposób. Po ustaleniu pozycji początkowej piśaka, komputer - na podstawie wprowadzonych danych - określa format arkusza /A3 lub A4/, na którym będą wykreslane profile. Wybór formatu jest ustalony programowo i uzależniony od liczby stacji oraz głębokości tych stacji.

W programie przyjęto następującą zasadę: jeżeli w profilu jest co najwyżej cztery stacje, na których głębokość pomiarowa nie przekracza 1100 m, to program wybiera arkusz A4, jeżeli natomiast w profilu jest więcej niż cztery stacje, a ich głębokość pomiarowa przekracza 1100 m, to program wybiera arkusz A3. Po dokonaniu wyboru, komputer kreśli linie stanowiące obramowanie arkusza, a następnie wykreśla podziałkę pionową /y/, na której zaznacza punkty głębokości do dna oraz oś poziomą X, na której odkłada punkty oznaczające położenie stacji. Punkty na osi X, odpowiadające powierzchni wody, są rozmieszczone w proporcjonalnej odległości, zgodnie z rozmieszczeniem stacji oceanograficznych. Każdy punkt jest oznaczony numerem stacji, z którego wychodzi oś pionowa o długości proporcjonalnej do głębokości do dna lub najgłębszego pomiaru. Następnie dla konkretnego parametru, wskazanego w danych wejściowych /taśma wyników z programu OCEAN2/, komputer zaznacza kropkę na osi pionowej każdej stacji zainterpolowaną wartość głębokości, na której zalegają wartości o pełnej wielokrotności żądanego przyrostu parametru /np. temperatury co 1°C, zasolenie co 0,2<sup>o</sup>/oo itp./. Głębokości te odnoszą się do całkowitych wielokrotności, założonych w programie przyrostów wartości parametrów, interpolowanych pomiędzy wartościami mierzonymi. Interpolację głębokości zalegania oblicza się stosując interpolację lub ekstrapolację liniową. W oparciu o tak skonstruowany arkusz rzutów cechowanych wykreśla się ręcznie przebieg izolunii. Program PROFIL w obecnej wersji może wykreślać rozkłady pionowe następujących ośmiu parametrów:



Rys. 16. Pionowy rozkład temperatury wody na profilu wykonany przez





Rys. 17. Pionowy rozkład zasolenia na profilu, wykonany przez program PROFIL

- temperatury /rys. 16/,
- zasolenia /rys. 17/,
- zawartości tlenu /w liczbach bezwzględnych w procentach/,
- zawartości krzemu,
- zawartości fosforanów,
- zawartości azotanów,
- zawartości azotynów.

Po zaznaczeniu wszystkich zainteresowanych wartości następuje ostatnia faza czynności komputera, a mianowicie

przejsie do wykreślenia linii dna i wykonanie w części górnej wykresu opisu, który zawiera numer profilu oraz nazwę parametru.

Schemat blokowy PROFIL jest przedstawiony na rysunku 15, a przykłady wykresów - na rysunkach 16 i 17.

#### 2.4. ICHTIOLOGIA

Wyniki badań ichtiologicznych podczas kolejnych etapów opracowania danych przedstawione są w postaci zestawień tabelarycznych, w których następuje zgrupowanie w klasach długości, wieku itp., z rozbiciem na rejony połowów, gatunki i płeć. Następnie oblicza się metodą najmniejszych kwadratów odchyłeń empiryczne zależności ciężaru od długości ciała i długości ryb w zależności od wieku. Funkcje te, jak również szereg rozdzielczy frekwencji klas długości stada, przedstawia się w postaci graficznej w formie wykresów.

Większość zrutynizowanych prac obliczeniowych i graficznych została oprogramowana. Po oprogramowaniu zakres wstępnych opracowań sprowadza się do odpowiedniego zgrupowania wyników prób z zaciągów według gatunków i rejonów /ewentualnie z rozbiciem na płeć/ i poprawnego napisania na dalekopisie danych wejściowych /wyperforowanie taśmy papierowej/.

Wyniki pomiarów nie muszą - aczkolwiek mogą - być zgrupowane według klas długości, grup wiekowych itp., ponieważ odpowiednie zgrupowania realizowane są w programach. Klasy, grupy, poszczególne pomiary lub serie pomiarów z prób mogą być pisane na taśmie danych w dowolnej kolejności. Wyniki pomiarów z poszczególnych zaciągów można zgrupować w dowolną liczbę zbiorów według indywidualnego życzenia użytkownika.

#### 2.4.1. Program WAGRYB

##### P r z e z n a c z e n i e

Program aproksymuje metodą najmniejszych kwadratów odchyleni parametrzy krzywej zależności ciężaru ryb od długości ciała

$$W = a L^b$$

w literaturze często według oznaczeń

$$W = cL^n \quad \text{lub} \quad y = aX^b$$

gdzie  $a$  i  $b$  /lub  $c$  i  $n$ / są stałymi parametrami równania, aproksymowanymi przez program,  $X$  lub  $L$  oznaczają długości ryb, a  $y$  lub  $W$  - ciężary ryb.

Parametry równania  $a$  i  $b$  aproksymowane są na podstawie danych wejściowych, uzyskanych z pomiarów z próby wziętej z połowów lub sumy prób:

$L_1$  - długości ryb /w klasach długości/;

$W_1$  - ciężar ryb /w klasach długości/;

$f_1$  - liczebności ryb /w klasach długości/.

Program umożliwia obliczenia na jednym zbiorze danych lub na zbiorze z rozbićiem na dwa podzbiory /samców i samic/ względnie dwa rejony i połączenie obu podzbiorów w całość /jeżeli tego zażądał użytkownik/ przez odpowiednie ustawienie początkowych danych sterujących.

Ponadto program pozwala na:

- realizację tabelarycznego rozkładu próby według zadanych przedziałów długości /w danych początkowych/ z dowolną ilością konsekwentnych przesunięć fazowych na podprzedziały;



- obliczanie w przedziałach długości średnich długości i ciężarów ryb oraz frekwencji w sztukach i promi-  
lach;
- ustalenie odchyłeń standardowych ciężarów ryb w przedziałach długości;
- ustalenie ciężarów teoretycznych, obliczonych według zaaprosymowanych parametrów, dla dolnych granic przedziałów długości, a także dla średnich długości w przedziałach;
- obliczenie różnic pomiędzy ciężarami rzeczywistymi a teoretycznymi;
- ustalenie sumy frekwencji w podzbiorach i zbiorze połączonym, średnich ważonych długości i ciężarów oraz odchylenie standardowe aproksymacji krzywej.

Obliczone w tym programie parametry  $a$  i  $b$  są wykorzystywane w programie ZARYB do wykreślenia krzywych.

#### C h a r a k t e r y s t y k a   p r o g r a m u

Program napisany jest w języku FORTRAN-IV, Elliott-900, z segmentami w kodzie SIR, na translator 16K-LP. Dane wejściowe /długość, ciężar, frekwencję/ nanosi się na taśmę w postaci algebraicznej /w tzw. formacie swobodnym - niezredagowanym/. Separatorami między liczbami są jedna lub więcej spacji, a także znak nowej linii /wiersza/.

Na początku taśmy danych daje się komentarz słowny /opisujący gatunek, łowiisko, datę itp./, który jest powtarzany na arkuszach wyników. Następnie pisane są początkowe i sterujące dane wejściowe - indykatory wskazujące sposób pomiaru długości /"nearst" czy "below" lub niezależnie od metody/, sposób realizacji obliczeń, tworzenia przedziałów klasowych itp. Na końcu perforuje się pomiary masowe - długość, ciężar, frekwencję.

Program umożliwia wczytanie głównych danych według dwóch wersji:

- 1/ bez rozbicia na dwa podzbiory /samce i samice/ lub dwa rejony,
- 2/ z rozbićciem na dwa podzbiory /samce i samice/ lub dwa rejony.

Dla wersji z rozbićciem na dwa podzbiory obliczenia mogą być wykonane osobno dla każdego podzbioru i na końcu łącznie lub można wykonać tylko wariant wybrany opcyjnie przez użytkownika.

Czas obliczeń jednej serii wynosi od jednej do trzech sekund, a czas wydruku wyników - od kilku do kilkunastu minut.

W zbiorze głównych danych wejściowych sekwencje rekordów /długość, ciężar, liczebność/ nie muszą być ustawione według wzrastania klas długości. Mogą one występować w dowolnej kolejności lub powtarzać się. Umożliwia to proste łączenie /w formie przedruku na wspólną taśmę/ zbioru prób z całego rejonu.

Dane ze zbioru prób mogą nie być zgrupowane we wspólne klasy lub być zgrupowane, ponieważ program i tak dokonuje zgrupowania według zadanych przedziałów długości.

Przy długich zbiorach najpraktyczniejsze jest częściowe zgrupowanie /tj. uśrednienie bliskich sobie ciężarów ryb w tej samej klasie długości i zsumowanie ich liczebności/, tak aby liczba rekordów nie przekraczała 408 /ograniczenie w pamięci operacyjnej/. Liczebność /frekwencja/ w klasach długości może być podawana w sztukach lub częściach całości /procentach, promilach itp/.

Program wykrywa niektóre błędy przypadkowe względnie pomyłki w perforacji danych, dotyczących przekroczenia re-

alnej granicy dolnej lub górnej długości, ciężarów i częstotliwości. Granice te wczytywane są w początkowych danych wejściowych.

W przypadku wykrycia błędów pisane są teksty alarmów, które określają rodzaj błędu i lokalizują go w zbiorze /na tabulogramie taśmy danych/.

Program realizuje obliczenia i wydruk wyników zgodnie z kombinacją odpowiednich indykatorów podanych w sekwencji danych początkowych przez użytkownika - realizuje oba podzbiory, jeden z nich lub żaden oraz tworzy zbiór łączny lub nie tworzy go.

Program tworzy przedziały klas długości poczynając od granic długości i przyrostów /DL/, podanych w danych początkowych -  $L_{\min}$ ,  $L_{\max}$  i DL. Liczba przedziałów, obliczona według formuły

$$NL = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{DL} + 2 \leq 150$$

nie może przekroczyć 150 ze względu na ograniczone możliwości pamięci operacyjnej. Jeżeli jakaś próba nie mieści się w 150 klasach, należy albo zwiększyć przedział klasowy DL albo końcowe, zwykle mniej istotne osobniki, odrzucić lub połączyć, równając odpowiednio do najwyższego i najniższego.

Program umożliwia realizację obliczeń dla wersji niezależnej od sposobu pomiaru długości /"nearst", czy "below"/, z przesunięciem fazowym na dowolną liczbę podprzedziałów K, zwykle od 2 do 4, co daje K wydruków wyników.

Pozwala to na uzyskanie "płynnego" obrazu rozkładu długości ryb w próbie, a tworzone programowo dla kolejnego przesunięcia dolne granice przedziałów długości wynoszą:



$$L_{i+1} = L_i + DL + \frac{DL}{K} \cdot j$$

$j = 0, 1 \dots /K-1/;$

$K$  - ilość przesunięć na podprzedziały;

$j$  - indeks kolejnego przesunięcia;

$i, i+1$  - indeksy kolejnych klas długości;

$DL$  - przyrost długości dla formowania przedziałów klasowych;

$L_i, L_{i+1}$  - dolne granice poprzedniego i następnego przedziału długości.

Przykładowo, jeżeli zbiór ma być zgrupowany w trzycentymetrowych przedziałach długości z trzema przesunięciami fazowymi, to przejście od przedziału do przedziału odbędzie się trzema jednocentymetrowymi przesunięciami, a granice przedziałów wyrażą się odpowiednio /np. 21,0-23,9; 22,0-24,9 i 23,0-25,9 cm/.

Przykład wydruku wyników przedstawiono w załączniku 8.

#### A l g o r y t m   n u m e r y c z n y

Po zlogarytmowaniu długości  $/L_i/$  i ciężarów  $/W_i/$  wyliczane są odpowiednie sumy /oznaczone mnemotechnicznymi symbolami, jak w programie/ dla obliczenia parametrów równania prostej metodą najmniejszych kwadratów odchyień:

$$SL = \sum_{i=1}^N / \ln L_i / \cdot f_i$$

$$SW = \sum_{i=1}^N / \ln W_i / \cdot f_i$$

$$SL2 = \sum_{i=1}^N / \ln L_i / ^2 \cdot f_i$$

$$SIW = \sum_{i=1}^N / \ln L_i \cdot \ln W_i / \cdot f_i$$

$$SWG = \sum_{i=1}^N f_i$$

gdzie  $f_i$  jest liczbą ryb lub frekwencją w danej grupie długości /w tej samej klasie długości może być kilka grup/.

Parametry  $a$  i  $b$  są wyliczane ze wzorów

$$AL = \frac{SW \cdot SI2 - SL \cdot SIW}{SWG \cdot SI2 - /SL/ ^2}$$

$$a = e^{AL}$$

$$b = \frac{SW - SWG \cdot AL}{SL}$$

Odchylenia standardowe  $\sigma_j$  ciężarów ryb w przedziałach długości, ze względu na małą liczebność, obliczane są z wariancji obciążonej

$$\sigma_j = \left( \frac{\sum_{i=1}^{n_j} w_{ji}}{n_j - 1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

gdzie  $n_j$  oznacza liczebność ryb w  $j$ -tym przedziale długości.

Odchylenie standardowe aproksymacji oblicza się ze wzoru

$$\sigma_w = \left( \frac{\sum_{i=1}^N /w_i - a \cdot L^b / 2 \cdot f_i}{\sum_{i=1}^N f_i} \right)^{\frac{1}{2}}$$

#### 2.4.2. Program BERTAL

##### P r z e z n a c z e n i e

Program aproksymuje krzywą tempa wzrostu ryb w czasie według równania Bertalanffy'ego:

$$L_t = L_{\infty} \left( 1 - e^{-k / (t - t_0)} \right)$$

Na podstawie pomierzonych długości ryb  $/L_i/$  w próbie lub grupie prób oraz wieku  $/T_i/$  program realizuje, z uwzględnieniem liczebności w grupach wieku, następujące wielkości:

- stałe parametry równania, ich wariancje, kowariancje i odchylenia standardowe;
- $L_{\infty}$  - długość asymptotyczną ryby;
- $k$  - współczynnik tempa wzrostu /katabolizmu/;
- $t_0$  - teoretyczny wiek początkowy /inaczej wiek, dla którego długość ryby jest zerem/, od którego rozpoczyna się wzrost ryby;



- skład wieku ryb w próbie /wg grup wieku/;
- średnie długości ryb w grupach oraz odchylenia standardowe;
- frekwencje w sztukach i promilach /w grupach/;
- średni wiek odławianych osobników /w miesiącach/;
- długości teoretyczne /obliczone z równania/ dla grup wieku przy średnim wieku ryb odławianych;
- różnice pomiędzy średnimi długościami rzeczywistymi a teoretycznymi w wieku odławianych ryb;
- sumy i średnie wartości obliczone z całej próby;
- błąd standardowy aproksymacji równaniem krzywej.

Program umożliwia realizację obliczeń na jednym zbiorze danych lub z rozbiciem na dwa podzbiory /z rozliczeniem na samce i samice/ lub dwa rejony. Podzbiory mogą być łączone w trakcie liczenia we wspólny zbiór /opcjonalnie/.

#### C h a r a k t e r y s t y k a   p r o g r a m u

Program napisano w języku FORTRAN -IV serii Elliott 900, z segmentami w kodzie SIR, na translator 16K-LP.

Dane wejściowe - długość, wiek, miesiąc odłowu, liczebność - pisze się na taśmie w postaci algebraicznej, w tzw. formacie swobodnym /niezredagowanym/. Separatorami pomiędzy liczbami są jedna, lub więcej spacji a także znak nowej linii /wiersza/. Na początku taśmy danych daje się komentarz opisowy /gatunek, łowisko, data itp./, który jest powtarzany na wydrukach wyników.

Następnie umieszcza się dane początkowe i sterujące obliczeniami - granice dolne i górne długości i wieku, indykatory wersji wczytywanych danych, kombinacji obliczeń itp. Na końcu perforuje się zasadnicze dane - wiek, długość, liczebność - według jednej z czterech wersji:

- 1/ bez rozbięcia na samce i samice oraz bez podawania miesiąca połowu;
- 2/ z rozbięciem na samce i samice, bez podawania miesiąca połowu;

- 3/ z rozbićciem na samce i samice, z podaniem miesiąca połowu wspólnego dla obu płci;
- 4/ z rozbićciem na samce i samice oraz podaniem miesiąca połowu osobno dla każdej płci /łączenie dużej liczby prób w całość/.

Na podstawie odpowiednich idyikatorów, podanych w początkowych danych sterujących, każdy podzbiór może być policzony i wydrukowany osobno, a na końcu oba podzbiory połączone w całość.

W zbiorze głównych danych wejściowych sekwencje rekordów /wiek, długość, frekwencja/ nie muszą być ustawiane według wzrastania grup. Mogą one występować w dowolnej kolejności i powtarzać się, co umożliwia proste łącznie /w formie przedruku na wspólnej taśmie/ zbioru prób z całego rejonu. W zbiorach z wielu prób danych nie trzeba łączyć we wspólne grupy wieku, ponieważ czynność zgrupowania wykonuje program.

Liczba rekordów danych musi wynosić co najmniej trzy, lecz nie więcej niż 436, ponieważ w pamięci operacyjnej istnieją ograniczenia i dlatego zaleca się długie próby częściowo zgrupować według wieku. Frekwencje mogą być podawane w sztukach lub częściach całości /%, °/oo/.

Program wykrywa niektóre błędy, przypadkowe lub występujące podczas perforacji danych, takie jak przekroczenia realnych granic dolnych lub górnych wczytywanych wielkości. Granice te podane są w początkowych danych wejściowych. W przypadku wykrycia błędu obliczenia są przerwane i drukowany jest odpowiedni alarm/tekst słowny/, podający rodzaj błędu oraz jego lokalizację w zbiorze danych.

Stałe parametry  $L_0$ ,  $k$  i  $t_0$  wyliczane są w programie metodą iteracji. Jeżeli do zbioru danych nie można zastosować równania Bertalanffy'ego lub człon  $e^{-k/t-t_0}$  jest większy od 1, to obliczenia są również przerwane i drukowany jest komentarz słowny o niemożności rozwiązania.



Wszystkie wartości średnie oraz błędy standardowe obliczone są jako ważone, przy czym wagami są frekwencje.

Dla wariantów z podanymi miesiącami połowu obliczany jest średni ważony miesiąc połowów.

Nagłówki i nazwy kolumn na wydrukach wyników napisane są w języku polskim i angielskim.

Przykład wydruku wyników podano w załączniku 9.

### 2.4.3. Program ZARYB

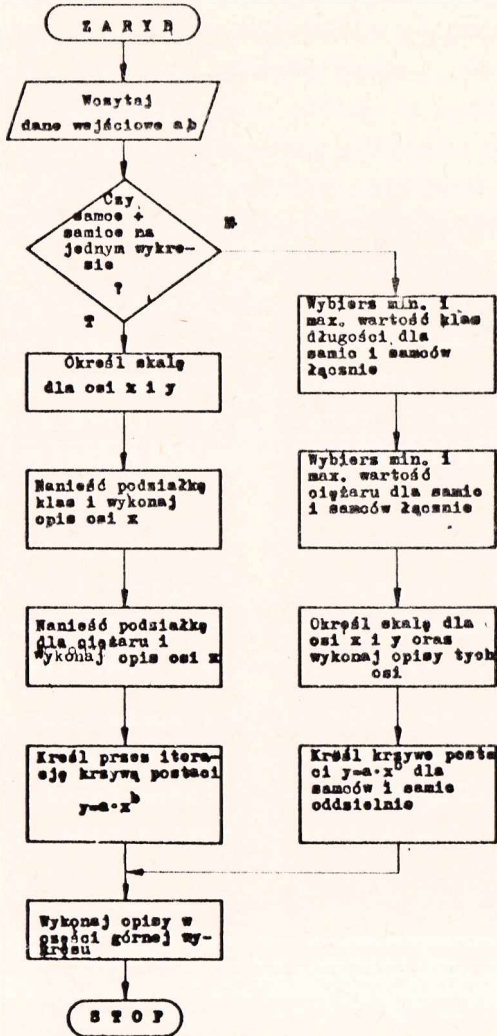
Program ZARYB kreśli na wykreslaczu bębnowym, na arkuszu A4, krzywą wykładniczą zależności ciężaru ryb od długości ich ciała. Równanie krzywej ma postać:

$$y = a x^b$$

gdzie  $y$  oznacza ciężar ryb w poszczególnych klasach /g/,  $x$  - klasę długości ryb /cm/, a  $a, b$  są stałymi współczynnikami określającymi przebieg zależności, Otrzymuje się je z wyników programu WAGRYB /pkt. 2.4.1./.

Komputer może, w zależności od postaci danych wejściowych, wykreślać dwie lub jedną krzywą wykładniczą /rys. 18/. Jeżeli wykres przedstawia jedną krzywą wykładniczą, to dotyczy ona zależności między długością ryb a ich ciężarem dla jednego zbioru /tj. samców i samic łącznie - rys. 19/, natomiast wykres z dwoma krzywymi przedstawia oddzielnie zależność dla samców i samic oraz podaje opis, która krzywa odpowiada danej płci /rys. 20/. W obu wypadkach krzywe są przedstawione w układzie współrzędnych prostokątnych, w którym na osi X odkłada się klasy długości ryb, podane w centymetrach, a na osi Y odkłada się ciężary ryb w gramach. Klasę na osi X stanowi przedział o długości jednego centymetra. Całość wykresu, łącznie z opisami, przedstawiona jest zawsze na arkuszu kalki o formacie A4.





Rys. 18. Schemat blokowy programu ZARYB



#### 2.4.4. Program SZER

Program kreśli na wykreslaczu bębnowym na kalce o formacie A4 w tuszu, skład stada ryb pod względem długości /szereg rozdzielczy frekwencji ryb w klasach długości/.

Program pozwala na uzyskanie za pomocą komputera linii łamanej szeregu rozdzielczego. Szereg ten wyraża w promilach frekwencję ryb w próbie w poszczególnych klasach długości. Jako klasę długości przyjęto w programie odcinek o długości jednego centymetra. Program SZER napisany jest w języku ALGOL60 i korzysta ze standardowych procedur komputera /pkt. 2.1.2./, umożliwiających obsługę plottera. Wprowadzone alfanumeryczne /tekst/ dane wejściowe /takie jak gatunek ryby, rejon połowu, czas połowu/ stanowią opis w postaci nagłówka na wykresie. Jako liczbowe dane wejściowe wczytuje się liczby klas w próbie oraz wykaz /sekwencję/ klas długości i liczebności ryb w danej klasie.

Program przelicza i zaznacza długości odcinków każdej klasy na osi X i opisuje odpowiednio do maksymalnej wartości frekwencji wyrażonej w promilach, oblicza skalę i odkłada wartości frekwencji na osi Y.

Następnie komputer przechodzi do konstruowania wykresu szeregu rozdzielczego, przedstawionego w postaci linii łamanej, której współrzędne wierzchołków /X, Y/ są sukcesywnie obliczane w trakcie kreślenia.

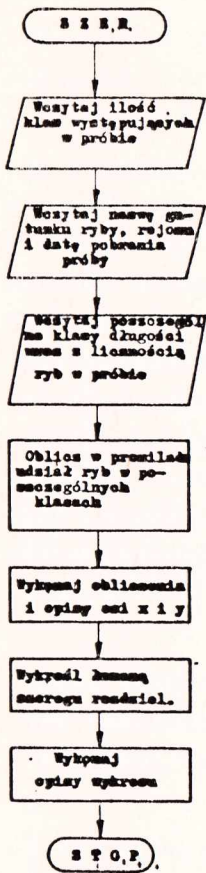
Końcowymi czynnościami w programie jest wykonanie opisu nagłówka wykresu oraz wykreślenie ramki o wymiarach formatu A4. Po wykonaniu kompletnego wykresu komputer wchodzi w stan "czekaj" w celu umożliwienia operatorowi zmiany taśm danych, po czym następuje wczytanie danych do konstrukcji następnego wykresu.

Schemat blokowy programu SZER przedstawiony jest na rysunku 21, a jego produkt w postaci wykresu - na rysunku 22.

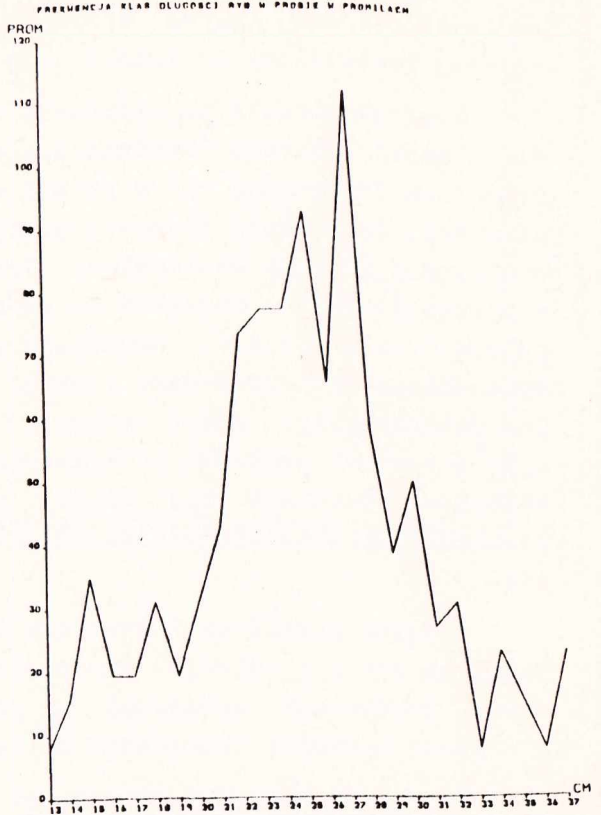


SERBOK  
AGLIMAR ZACHODNI  
MAJ 1978

MRK KOMPUTER ELIOTI 308



Rys. 21. Schemat blokowy programu SZER



Rys. 22. Wykres frekwencji klas długości ryb, wykonany przez program SZER

## 2.5. BIOLOGIA MORZA - PROGRAM BIOMAS

### Przeznaczenie

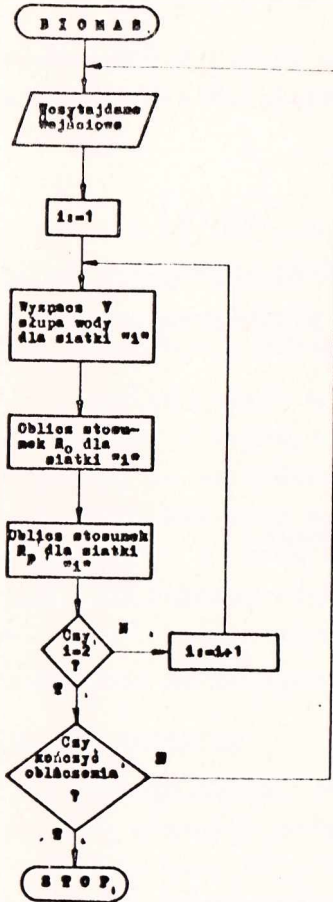
Program BIOMAS został opracowany dla obliczenia rozmieszczenia biomasy zooplanktonu na jednostkę objętości i powierzchni /w słupie wody/ na podstawie wyników uzyskanych z siatek holowanych typu bongo, ze złowionej objętości biomasy i objętości przefiltrowanej wody.

Charakterystyka programu

Program pozwala na obliczenie rozmieszczenia biomasy zooplanktonu w określonym rejonie na poszczególnych stacjach oceanograficznych. Rozmieszczenie to wyraża się w postaci stosunku:

- ilości ml planktonu w  $1\text{m}^3$  wody morskiej /rozmieszczenie objętościowe/ oraz tej ilości ml planktonu w  $1\text{m}^2$  słupa wody morskiej /rozmieszczenie powierzchniowe/.

Danymi wejściowymi do obliczeń jest nazwa rejsu badawczego, kolejny numer próby planktonowej, czas trałowania siatek próby w sekundach, odczyty końcowe i początkowe obrotów wskaźników przepływomierzy, objętości biomasy planktonu /w ml/ z głębokości pobrania próby /holowania/. Program wykonuje obliczenia i wyprowadza wyniki dla dwóch typów siatek, jednej - o średnicy oczka  $505\mu$  i drugiej - o średnicy  $333\mu$ .



Rys. 23. Schemat blokowy programu BIOMAS

Schemat blokowy programu pokazany jest na rysunku 23, a wydruk wyników - w załączniku 10.

### Algorytm obliczeń

O k r e ś l e n i e   p r ę d k o ś c i   o b r o t o w e j  
w s k a ź n i k ó w   p r z e p ł y w o m i e r z y

Algorytm obliczeń odnosi się dla każdej siatki osobno. Prędkość obrotową wskaźników przepływomierzy określa się za pomocą wzoru

$$X = /A_2 - A_1/ \cdot T \quad [\text{obr/s}]$$

gdzie X jest prędkością obrotową,  $A_1$  - stanem początkowym przepływomierza,  $A_2$  - stanem końcowym przepływomierza, a T - czasem holowania siatek z próbami.

W y z n a c z e n i e   p r ę d k o ś c i   l i n i o w e j  
p r z e p ł y w u   w o d y

$$y = 2.55 \cdot X + 5 \quad [\text{cm/s}]$$

gdzie X oznacza prędkość obrotową, a y - prędkość liniową.

Uwaga: Powyższą zależność liniową otrzymano na podstawie kalibracji przepływomierza.

O b l i c z a n i e   o b j ę t o ś c i   w o d y   p r z e -  
f i l t r o w a n e j   p r z e z   s i a t k ę

$$V = T \cdot y \cdot 2921 \cdot 10^{-6} \quad [\text{m}^3]$$

gdzie V oznacza objętość przefiltrowanej wody, T - czas trwania holowania próby, a y - prędkość liniową holowania.

Współczynnik 2921 jest polem przekroju walca obudowy na wlocie do siatek, wyrażonym w  $\text{cm}^2$ .

W y z n a c z e n i e   r o z m i e s z c z e n i a  
o b j ę t o ś c i o w e g o    $R_0$



$$R_o = \frac{B}{V} \quad \left[ \text{ml/m}^3 \right]$$

gdzie B oznacza biomasę planktonu w danej siatce, a V - objętość przefiltrowanej wody.

O k r e ś l e n i e   r o z m i e s z c z e n i a  
p o w i e r z c h n i o w e g o    $R_p$

$$R_p = \frac{B}{V} \cdot G \quad \left[ \text{ml/m}^3 \right]$$

gdzie B i V, jak podano wyżej,                      a G - głębokość,    na  
jakiej dokonywano próby /w m/.

## 2.6. TECHNOLOGIA RYBACKA - P R O G R A - M   E S T E R 2

Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych odbywa się, między innymi, w chromatografach piecowych. Analiza ta polega na określeniu proporcji iloczynu czasu retencji  $T_r$  i wysokości piku  $H_p$  do ogólnej ilości danego estru. Wysokość piku i czas retencji rejestrowane są na chromatogramie. Wielkości tych iloczynów oraz inne dodatkowe parametry, omówione poniżej, oblicza się przy pomocy programu ESTER2.

### Funkcje programu

Program ESTER2 wczytuje dla każdego z 42 estrów metylowych wartości czasu retencji  $T_r$  i wysokości piku  $H_p$ . Dla każdej pary  $/T_r, H_p/$  oblicza iloczyn  $T_r \cdot H_p$ . Geometryczna interpretacja powyższego pojedynczego iloczynu określa pole prostokąta, proporcjonalne do ilości danego estru, oraz oblicza procentowy udział każdego z estrów do ogólnej ilości estrów i określa sumy:

- form krótkołańcuchowych,
- estrów metylowych kwasów tłuszczowych nasyconych,
- estrów metylowych kwasów tłuszczowych jednonienasyconych,
- estrów metylowych kwasów tłuszczowych dwunienasyconych,

- estrów metylowych kwasów tłuszczowych trzynienasyconych,
- estrów metylowych kwasów tłuszczowych czteronienasyconych,
- estrów metylowych kwasów tłuszczowych pięcionienasyconych,
- estrów metylowych kwasów tłuszczowych polienowych

oraz oblicza ilorazy ilości:

- kwasu polienowego do kwasu jednonienasyconego,
- kwasu pięcionienasyconego do kwasu jednonienasyconego,
- kwasu czteronienasyconego do kwasu jednonienasyconego,
- kwasu polienowego do kwasu palmitynowego,
- kwasu pięcionienasyconego do kwasu palmitynowego,
- kwasu czteronienasyconego do kwasu palmitynowego,
- kwasu pentadecenobehenowego do kwasu palmitynowego,
- kwasu heksadecenocertynowego do kwasu palmitynowego,
- kwasu pentadecenoarachidowego do kwasu palmitynowego,
- kwasu polienowego do kwasu stearynowego,
- kwasu pięcionienasyconego do kwasu stearynowego,
- kwasu czteronienasyconego do kwasu stearynowego,
- kwasu pentadecenobehenowego do kwasu stearynowego,
- kwasu heksadecenocerynowego do kwasu stearynowego,
- kwasu pentadecenoarachidowego do kwasu stearynowego.

Przykład wydruku pokazany jest w załączniku 11.

## 2.7. PROGRAMY STATYSTYCZNE I OGÓLNEGO PRZEZNACZENIA

Programy statystyczne opracowano odpowiednio do statystycznych potrzeb w przypadku stosowania analiz wyników badań metodami statystyki matematycznej, regresji, współzależności parametrów, współczynników korelacji, analizy widmowej /jednej zmiennej/ itp. Zwykle w badaniach statystycznych zachodzi konieczność znalezienia przebiegu zależności liniowych jednego parametru, którego wartość zależy od

kilku lub kilkunastu parametrów niezależnych. Takim parametrem zależnym może być wielkość efektywna połowów w danym rejonie łowczym, a parametrami niezależnymi mogą być takie zmienne, jak temperatura wody na głębokości połowów, zasolenie wody na tej głębokości, wielkości wskazań echo-integratora dla tych połowów. Przy poszukiwaniu zależności liniowych problem powyższy może być rozwiązany przy użyciu metody regresji wielokrotnej. Metoda ta ma wiele zalet, m.in. daje odpowiedź na pytanie, czy istnieje w ogóle jakaś zależność liniowa, a jeżeli istnieje - wyznacza postać analityczną tej zależności. Jednakże, jak przy każdej metodzie analizy statystycznej, wymaga ona wykonania bardzo dużej liczby operacji arytmetycznych /dodawania, mnożenia, dzielenia/ z rozwiązaniem układu równań liniowych włącznie. Dodatkowy stopień pracochłonności rośnie niewspółmiernie szybko ze wzrostem ilości parametrów niezależnych lub przedziału kwantowania przy analizie widmowej. Dlatego ręczne wykonanie takich obliczeń było dotąd praktycznie nieopłacalne czasowo i praktycznie niewykonalne. Przy tego typu programach czasowa przekładnia operacji obliczania człowiek-maszyna wynosi 1:300, a nawet 1:1000, wliczając w czas operacji obliczeń maszyny również czas perforacji i korekty danych.

### 2.7.1. Program MUREG

#### P r z e z n a c z e n i e

Program MUREG pozwala na wyznaczenie współczynników regresji wielokrotnej  $b_0, b_1, \dots, b_n$  dla wielu zmiennych według wyrażenia

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \quad /1/$$

gdzie  $y$  oznacza zmienną zależną, a  $x_i$  - zmienne niezależne  
/i = 1, 2, ..., n/



## C h a r a k t e r y s t y k a   p r o g r a m u

Program wylicza najpierw współczynniki regresji  $b_1$ . Po wyznaczeniu tych współczynników komputer oblicza wartość funkcji testowej według rozkładu F. Za pomocą porównania wartości tej funkcji z jej tabelaryczną wartością otrzymuje się odpowiedź, czy dana regresja zachodzi i czy istnieją liniowe związki empiryczne. Z rozkładu funkcji F wynika, że jeżeli programowo obliczona wartość tej funkcji jest większa od tabelarycznej wartości, to zachodzi regresja dana wzorem /1/, natomiast w przeciwnym wypadku regresja ta nie zachodzi. W dalszej kolejności obliczeń komputer podaje wartości współczynników korelacji  $R_1$  dla regresji jednokrotnej o postaci

$$y = a_1 x_1 + c_1 \quad /2/$$

Współczynniki  $R_1$  wskazują stopień wpływu poszczególnych zmiennych  $x_1$  na zmienną zależną  $y$ . Pozwala to określić, która ze zmiennych niezależnych w równaniu /1/ ma największy wpływ na wartość zmiennej zależnej  $y$ .

Dodatkowo program przeprowadza analizę regresji jednokrotnej, przyjmując jedną ze zmiennych niezależnych z równania /1/ jako zależną, a pozostałe traktując jako niezależne. Postać tej regresji jest następująca:

$$x_i = d_i \cdot x_{i+1} \dots + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n - 1 \quad /3/$$

Współczynniki korelacji  $R_1$  regresji danej wzorem /3/ określają stopień zależności między zmiennymi niezależnymi.

## A l g o r y t m   o b l i c z e ń

Na podstawie rzeczywistych /pomierzonych lub obserwowanych/ wartości  $y, x_1, x_2 \dots x_n$  w  $p$  próbkach lub osobnikach wyznaczamy stałe współczynniki w równaniu /1/ w ten sposób, aby zminimalizować wyrażenie



Wartość funkcji testowej F oblicza się przy pomocy równania

$$F = \frac{p-n}{n-1} \cdot \frac{R}{1-R}$$

gdzie  $p > n$ .

Współczynniki  $a_i$ ,  $C_i$  równania /2/ regresji jednokrotnej oblicza się przy pomocy równań

$$a_i = \frac{p \sum_{j=1}^p x_{ij} y_j - \sum_{j=1}^p x_{ij} \sum_{j=1}^p y_j}{p \sum_{j=1}^p /x_{ij}/^2 - \sum_{j=1}^p x_{ij}/^2} \quad /5/$$

$$C_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p y_j - a_i \sum_{j=1}^p x_{ij}/$$

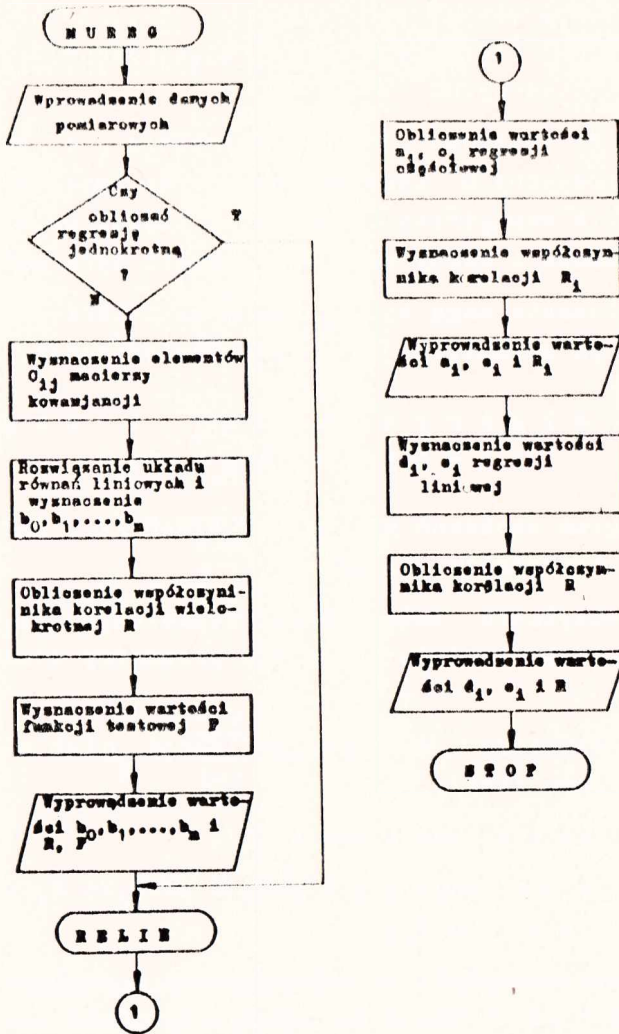
Współczynnik korelacji  $R_i$  /2/ oblicza się przy pomocy równania

$$R_i = \frac{p \sum_{j=1}^p x_{ij} \cdot y_j - \sum_{j=1}^p x_{ij} \cdot \sum_{j=1}^p y_j}{\left\{ \left[ p \sum_{j=1}^p x_{ij}^2 - \sum_{j=1}^p x_{ij}/^2 \right] \cdot \left[ p \sum_{j=1}^p y_j^2 - \sum_{j=1}^p y_j^2 \right] \right\}^{1/2}} \quad /6/$$

Stosując równania /5/ i /6/ realizuje się obliczenia regresji liniowej jednokrotnej według równania /3/.

Schemat blokowy programu MUREG przedstawiony jest na rysunku 24, a przykład wydruku - w załączniku 12.





Rys. 24. Schemat blokowy programu MUREG

### 2.7.2. Program SYSTAN

#### Przeznaczenie

Program SYSTAN realizuje analizę autokorelacyjną i rozkład widmowej gęstości dla długich serii czasowych

realizacji procesu okresowego lub stacjonarnego, dla jednej zmiennej dyskretnej  $X_1$ , rejestrowanej w regularnych odcinkach czasowych.

Wyniki obliczeń dają wyobrażenie o periodycznych i nieperiodycznych komponentach oraz umożliwiają statystyczny opis wewnętrznych związków, części głównych energośnośnych wahań i oceny gęstości energii tych wahań.

Obliczenia mogą być wykonane na zbiorze danych naturalnych, po normalizacji lub po standaryzacji.

### O, p i s a l g o r y t m i c z n y i o r g a n i z a c j i p r o g r a m u

Program napisano w języku FORTRAN IV, serii Elliott-900, na translator 16K-LP.

Po wczytaniu taśmy danych wejściowych  $X_1$  następuje pauza. Operator podaje następnie parametry sterujące obliczeniami:

- indykatora dla normalizacji lub standaryzacji zbioru /ISR/,
- przedziału kwantowania /M/.

Zwykle przyjmuje się  $M \approx 0,1N$  do  $0,25N$ , gdzie  $N$  jest liczebnością zbioru  $X_1$ ,

przy czym, ze względu na ograniczenia w pamięci operacyjnej, liczebność  $N$  nie może przekroczyć 2196 elementów.

Obliczana jest wartość średnia  $\bar{X}$  oraz odchylenie standardowe  $\sigma$  i na żądanie - wykonywana normalizacja zbioru

$$X_1 = X_1 - \bar{X}$$

lub standaryzacja

$$X_1 = \frac{1}{\sigma} /X_1 - \bar{X}/$$

Następnie obliczane są programowo efektywnie sumy odpowiednich iloczynów dla kolejnych faz przesunięć czasowych co jeden krok według następujących wzorów:

$$F_p = \sum_{i=1}^{N-p} X_i$$

$$T_p = \sum_{i=1}^{N-p} X_{i+p}$$

$$G_p = \sum_{i=1}^{N-p} X_i^2$$

$$S_p = \sum_{i=1}^{N-p} X_{i+p}^2$$

$$C_p = \sum_{i=1}^{N-p} X_i X_{i+p}$$

$$w/p/ = \frac{C_p}{N-p}$$

$w/p/$  jest funkcją autokorelacji, a  $p$  - indeksem kolejnego przesunięcia czasowego  $p = 0, 1, 2 \dots M$ .

Wyliczana jest niewygładzona funkcja widmowej gęstości energii ze wzoru

$$L_p = W_0 + 2 \sum_{k=1}^{M-1} W_k \cos \left/ \frac{\sum_{i=1}^{M-k} p_k}{M} \right/ + W_M \cos p \sum_{i=1}^M$$

Wartości cosinusów dla oszczędności czasu nie są obliczane za każdym razem, lecz wyciąga się je według odpowiednich indeksów z uprzednio obliczonej i zapamiętanej tablicy według wzoru



$$Z_k = \cos \frac{\pi k}{M}$$

$$k = 0, 1, 2, \dots M$$

Funkcja widmowej gęstości teoretycznie jest zawsze większa od zera, a praktycznie osiąga niekiedy małe wartości ujemne. Dlatego ulega wygładzeniu filtrem Hamminga

$$U_p = 0.23 L_{p-1} + 0.54 L_p + 0.23 L_{p+1}$$

przy czym przyjmuje się, że

$$L_{-1} = L_1 \quad \text{oraz} \quad L_{m+1} = L_{m-1}$$

Współczynniki autokorelacji dla kolejnych przesunięć czasowych według indeksów  $p$  wyliczane są ze wzoru

$$R_p = \frac{N-p/ C_p - F_p T_p}{\sqrt{N-p/ G_p - F_p^2 / N-p/ S_p - T_p^2}}$$

Wyniki obliczeń drukowane są według formatu w załączniku 13a, b i c, gdzie opisy kolumn zachowują mnemotechniczne oznaczenia, jak w niniejszym opisie, zaś wersje, a b i c odpowiadają realizacjom obliczeń odpowiednio na zbiorze danych naturalnych, pp normalizacji i po standaryzacji.

Z A Ł A C Z N I K I





Wydruk wyników z systemu POLSYS

TIME	GYKI	LUG	LAI	LONG	DEPTH	SWI	ETNI
1300	033	+13.3	40 29.6N	010 35.1W	0357	+12.67	00000
1301	025	+13.0	40 29.7N	010 35.2W	0400	+12.89	00000
1302	024	+12.3	40 29.8N	010 35.0W	0439	+12.93	00000
1303	030	+12.5	40 29.9N	010 34.8W	0581	+13.50	00000
1304	033	+11.8	40 30.1N	010 34.7W	0780	+13.23	00000
1305	029	+12.1	40 30.2N	010 34.6W	0710	+13.11	00000
1306	030	+12.1	40 30.4N	010 34.5W	0890	+12.63	00000
1307	027	+12.8	40 30.5N	010 34.4W	0830	+12.56	00000
1308	032	+13.5	40 30.7N	010 34.3W	0760	+13.26	00000
1309	029	+13.7	40 30.8N	010 34.2W	0730	+12.96	00000
1310	030	+13.9	40 40.0N	010 34.0W	0560	+12.72	00000
1311	034	+13.66	40 40.1N	010 33.9W	0620	+12.84	00000
1312	031	+13.7	40 40.3N	010 33.7W	0670	+12.47	00000
1313	032	+13.5	40 40.4N	010 33.8W	0700	+12.90	00000

## Wydruk wyników z programu PARAM

009 1654 +03.5 54 51.6N 018 57.9E 0020 +00.00 00000  
 PARAMETR WAR. SRED. OD. STAND.

NAPOR SRUBY	004.7	000.0	[T]
MOMENT "	02404.7	00000.0	[KGM]
OBROTY "	074.6	000.0	[O/M]
KAT STERU	000.5	000.0	[S]
PRZECH. BOCZ.	-001.4	000.0	[S]
" WZD.	000.1	000.0	[S]
SILA W LIN. P.	000.3	000.0	[T]
" " L.	000.1	000.0	[T]
PRED. LINY L.	001.8	000.0	[M/M]
" " P.	002.2	000.0	[M/M]
PRZYS. D.	-000.0	000.0	[G]
" R.	000.1	000.0	"
" S.	-000.1	000.0	"
LOG VY	-000.1	000.0	[K]
PRED. WIATRU	007.7	000.0	[M/S]
MOC PRADNIC	0601.6	0000.0	[KW]
" SILNIA	0208.8	0000.0	[KW]
" PRZETW. II	0176.9	0000.0	[KW]
" " III	0182.4	0000.0	[KW]
" " IV	0005.9	0000.0	[KW]
" WINDY L.	0000.0	0000.0	[KW]
" " P.	0002.9	0000.0	[KW]
KIER. WIATRU	359.7	239.9	[ST]

009 1657 289 +03.8 54 51.6N 018 57.6E 0020 +00.00 00000

PARAMETR WAR. SRED. OD. STAND.

NAPOR SRUBY	004.6	000.0	[T]
MOMENT "	02404.7	00000.0	[KGM]
OBROTY "	074.6	000.0	[O/M]
KAT STERU	-000.7	000.0	[S]
PRZECH. BOCZ.	-001.4	000.0	[S]
" WZD.	-000.0	000.0	[S]
SILA W LIN. P.	000.3	000.0	[T]
" " L.	000.3	000.0	[T]
PRED. LINY L.	001.5	000.0	[M/M]
" " P.	001.8	000.0	[M/M]
PRZYS. D.	-000.0	000.0	[G]
" R.	000.2	000.0	"
" S.	000.0	000.0	"
LOG VY	-000.1	000.0	[K]
PRED. WIATRU	007.6	000.0	[M/S]
MOC PRADNIC	0612.6	0000.0	[KW]
" SILNIKA	0208.8	0000.0	[KW]
" PRZETW. II	0180.5	0000.0	[KW]
" " III	0187.3	0000.0	[KW]
" " IV	0005.9	0000.0	[KW]
" WINDY L.	0000.0	0000.0	[KW]
" " P.	0002.9	0000.0	[KW]
KIER. WIATRU	003.3	079.6	[ST]

Wydruk wyników z programu SOUND

RZV "PROF. SIEDLECKI"  
 OBLICZONO WG. PRÓGR. SOUND

WARUNKI PIUNOWEJ I POZIOMEJ PROPAGACJI DZWIĘKU W WODZIE MORSKIEJ

STACJA OCEANOGR. 221 / 148 FI= 10 0.00 LAMBDA= 51 35.00  
 GLEB. MAX.= 472.0

DATA: 26.06 1975.

GLEB.	TEMP.	ZASÓL	P ATM	DV(D)	DV(S)	DV(P)	DV(H)	V-PIUN.	V SR.WAZ
0.	18.04	35.46	0.31	67.31	0.64	0.05	-0.09	1517.04	
67.	18.01	35.46	7.27	67.22	0.64	1.17	-0.10	1518.07	1517.56
100.	16.79	35.39	10.69	63.61	0.55	1.72	-0.08	1514.93	1517.21
150.	15.36	35.36	15.89	59.22	0.50	2.55	-0.08	1511.34	1515.85
200.	14.85	35.37	21.08	57.61	0.52	3.38	-0.08	1510.57	1514.63
300.	13.00	35.42	31.46	51.57	0.59	5.05	-0.10	1506.25	1512.55
330.	11.83	35.33	34.58	47.58	0.46	5.55	-0.08	1502.65	1511.82
360.	11.83	35.37	37.69	47.58	0.52	6.06	-0.09	1503.20	1511.08
400.	11.40	35.41	41.84	46.08	0.57	6.72	-0.10	1502.42	1510.25
466.	11.36	35.42	48.70	45.94	0.59	7.83	-0.11	1503.39	1509.21

DS KANAŁU DZWIĘKOWEGO NA GLEBOKOŚCI H = 400.0 V-MIN = 1502.42

V-GRANICZNE = 1517.04 DELTA V = 14.62

SIN BETA = .138406 SIN 2 BETA = .274147

KAT KRYTYCZNY 2 BETA = 15 ST. 54.67 MINUT





Wydruk wyników z programu OCEAN2

RZV "PROF. SIĘDLECKI"

STACJA NR 207/ 70

					0:N+E	P Z S L		
					1:N+W	D A T D		
					2:S+E	G C . D	VIATR	
DATA	CMT	SZER.	DLUG.	3:S+W	GLEM.	. H M	KIFF PR	
30.03.76	6.15	55 1.0	37 23.0	3	430M	1 5 5 1	33 20KN	

TEMPERATURA	CIS
SUCH	WILG
4.8	4.2
	996.8 MB

170-160  
168-896  
165-469  
167-135  
167-296  
170-160  
168-896  
165-469  
167-135  
167-296  
170-160  
168-896  
165-469  
167-135  
167-296  
170-160

		GAT*0.6/L							
Z	TEMP	ZAS	02	ZNAS	014	SI	NO2	NO3	NH4
STD	0.	3.46	33.701	7.42					
0BS	0.	3.46	33.701	7.42	110.77	1.55	9.86	0.31	
STD	10.	3.46	33.703	7.46					
0BS	20.	3.45	33.704	7.46					
STD	25.	3.44	33.707	7.47	111.39	1.55	9.75	0.31	
0BS	30.	3.44	33.713	7.44					
STD	49.	3.37	33.737	7.36	109.77	1.65	9.75	0.31	
0BS	50.	3.36	33.738	7.36					
STD	74.	3.11	33.777	7.28	108.66	1.72	10.57	0.31	
0BS	75.	3.06	33.780	7.28					
STD	99.	1.99	33.855	7.22	107.65	1.93	19.97	0.31	
0BS	100.	1.95	33.859	7.21					
STD	125.	1.24	33.967	6.84					
0BS	148.	0.94	34.062	6.40	95.36	2.30	42.01	0.13	
STD	150.	0.96	34.072	6.33					
0BS	175.	1.24	34.180	5.59					
STD	198.	1.45	34.258	5.07	75.58	2.49	60.52	0.08	
0BS	200.	1.47	34.264	5.03					
STD	250.	1.76	34.360	4.81					
0BS	297.	1.84	34.363	4.58	68.35	2.62	57.52	0.10	
Z	TEMP	ZAS	SIGT	SIGSTP	VSTP	SVA*0.6	VDZ	S(SVA)	E(STP)
0.	3.46	33.701	26.83	26.83	73.87	1228.	1462.7		
10.	3.46	33.703	26.83	26.88	73.82	1227.	1462.9	0.0123	21.
20.	3.45	33.704	26.83	26.93	73.78	1226.	1463.0	0.0245	12.
30.	3.44	33.713	26.84	26.98	73.73	1220.	1463.2	0.0368	78.
50.	3.36	33.738	26.87	27.10	73.61	1195.	1463.3	0.0609	139.
75.	3.06	33.780	26.93	27.28	73.44	1138.	1462.5	0.0901	246.
100.	1.95	33.859	27.08	27.56	73.18	990.	1458.2	0.1167	630.
125.	1.24	33.967	27.22	27.82	72.94	859.	1455.7	0.1398	555.
150.	0.96	34.072	27.32	28.04	72.73	762.	1455.0	0.1600	413.
175.	1.24	34.180	27.39	28.22	72.55	699.	1456.9	0.1783	269.
200.	1.47	34.264	27.44	28.39	72.39	651.	1458.4	0.1952	203.
250.	1.76	34.360	27.50	28.68	72.12	602.	1460.8	0.2265	108.
297.	1.84	34.363	27.50	28.90	71.91	608.	1462.0	0.2549	-9.

SP. V-DZIEKU 100 200 300 500 1000 DT DNA  
1462.3 1459.4 1459.8 MZS

GLEBOKOSCI STANDARDOWE

1.0  
10.0  
20.0  
30.0  
50.0  
75.0  
100.0  
150.0  
175.0  
200.0  
250.0  
300.0  
400.0  
500.0  
600.0  
700.0  
800.0  
900.0  
1000.0  
1200.0  
1500.0  
1750.0  
2000.0  
2500.0  
3000.0

Wydruki kontrolne z programu BISSET

WSPOLCZYNNIKI KALIBRACYJNE:

MN	A	B
1.0	0.79750 <sub>10</sub> +00	0.24250 <sub>10</sub> +03
1.0	0.53400 <sub>10</sub> -01	-0.78000 <sub>10</sub> +00
1.0	0.20500 <sub>10</sub> -01	0.23000 <sub>10</sub> +02
1.0	0.10000 <sub>10</sub> +01	0.00000 <sub>10</sub> +00

WSPOLRZEDNE:

X1	Y1	X2	Y2
0.000	242.500	9.404	250.475
0.000	-0.780	9.925	-0.246
0.000	23.000	9.756	23.205
0.000	0.000	9.000	9.000

INSTRUKCJE CZYTANIA:

15 986  
15 984  
15 985  
15 991

WSPOLCZYNNIKI REKALIBRACJI:

AA	BB
0.66324 <sub>10</sub> +01	0.17244 <sub>10</sub> +03
0.14258 <sub>10</sub> +00	-0.35348 <sub>10</sub> +01
0.42105 <sub>10</sub> +00	0.14947 <sub>10</sub> +02
0.15789 <sub>10</sub> +00	-0.19211 <sub>10</sub> +02



PRACA WEDLUG 3 2 1000  
271.8 1.21 23.74 36.11

Z a ż a c z n i k 7

KONIEC STACJI 0 0

Wydruki wyników /fragmenty/  
z programu BISSET

271.8	1.20	23.74	36.05				
271.9	1.21	23.74	36.16				
151 151	12	37.000	48	43.000	2670.0	29.06	1975. 17.00
1 50000	0.30000	0.30000					
1 2299.40	1.99	34.78	4.00				
2 2299.73	2.00	34.78	4.00				
3 2299.27	1.99	34.77	4.00				
4 2299.07	2.00	34.78	4.00				
5 2299.20	2.00	34.78	4.00				
6 2299.73	2.00	34.77	4.00				
7 2300.00	2.00	34.78	4.00				
113 2234.87	2.01	34.78	4.00				
114 2240.31	2.01	34.77	4.00				
115 2239.98	2.01	34.77	4.00				
116 2239.64	2.01	34.78	4.00				
117 2239.18	2.00	34.77	4.00				
118 2238.19	2.00	34.76	4.00				
286 2155.55	1.97	34.80	4.01				
287 2156.47	1.98	34.79	4.00				
288 2158.80	2.01	34.77	4.00				
289 2156.47	1.98	34.79	4.01				
505 1974.61	2.31	34.71	4.02				
506 1974.48	2.32	34.69	4.02				
507 1973.22	2.33	34.71	4.03				
508 1972.16	2.33	34.71	4.02				
509 1970.23	2.33	34.69	4.02				

BLEKITEK

Wydruki wyników z programu WAGRYB - faza 1ZALEŻNOŚĆ CIĘŻARU RYB OD DŁUGOŚCI CIAŁA  $W = C*(L)**N$ 

ODCHYLENIA STANDARDOWE ŚREDNICH W KLASACH DŁUGOŚCI ORAZ APROKSYMACJA

SAMCE + SAMICE

OBLICZONE WSPÓLCZYNNIKI:  $C = 0.000604985$   $N = 3.574436753$ 

PRZEDZIAŁY KLASOWE DŁUGOŚCI	CIĘŻAR OBL. DLA DOLN.GR.	FREKWENCJA SZT PROMIL	SR. DLUG. RYBY	SR. CIĘŻAR RYBY	BL.STD SR.CIĘZ RYBY	CIĘZ.OBL DLA SR. DL.RYBY	ROZNICE CIĘŻAR. RZ-TEOR.
15.0- 17.9	9.67	0.					
18.0- 20.9	18.56	11.	10.	19.64	16.82	0.88	25.33
21.0- 23.9	32.21	27.	25.	22.04	33.52	1.78	38.26
24.0- 26.9	51.91	4.	4.	24.00	72.50	0.83	51.91
27.0- 29.9	79.08	2.	2.	29.00	122.50	17.50	102.09
30.0- 32.9	115.24	22.	20.	31.00	159.18	4.40	129.58
33.0- 35.9	162.02	21.	19.	34.24	210.00	5.47	184.82
36.0- 38.9	221.13	25.	23.	36.80	271.00	4.10	239.20
39.0- 41.9	294.38	57.	52.	40.44	367.54	3.08	335.07
42.0- 44.9	383.66	285.	262.	43.16	437.40	1.49	423.07
45.0- 47.9	490.96	249.	229.	45.78	517.21	1.82	521.87
48.0- 50.9	618.35	159.	146.	48.99	647.23	3.26	665.34
51.0- 53.9	767.97	144.	133.	51.88	789.72	3.43	816.51
54.0- 56.9	942.06	64.	59.	54.75	941.01	5.38	989.67
57.0- 59.9	1142.90	14.	13.	57.36	1048.93	12.24	1168.70
60.0- 62.9	1372.88	2.	2.	61.00	1440.00	0.00	1456.44

SUMY 1086. 1000.

ŚREDNIE WAŻONE 45.10 538.79

BŁĄD STANDARDOWY APROKSYMACJI = 29.584

EKITEK

Wydruki wyników z programu WAGRYB - faza 2ZALEZNOŚĆ CIĘŻARU RYB OD DŁUGOŚCI CIAŁA  $W = C*(L)**N$ 

ODCHYLENIA STANDARTOWE ŚREDNICH W KLASACH DŁUGOŚCI URAZ APROKSYMACJI

SAMCE + SAMICE

WYKONANE WSPÓLCZYNNIKI: C = 0.000605050 N = 3.574408553

WZEDZIAŁY KLASOWE DŁUGOŚCI	CIĘŻAR OBL. DLA DOLN.GR.	FREKWENCJA SZT PROMIL	SR. DLUG. RYBY	SR. CIĘŻAR RYBY	BL.STD SR.CIĘZ RYBY	CIĘZ.OBL DLA SR. DL.RYBY	ROZNICE CIĘŻAR. RZ-TEOR	
16.0- 18.9	12.18	1.	1.	18.00	15.00	0.00	18.56	-3.56
19.0- 21.9	22.52	20.	18.	20.40	20.25	1.03	29.04	-8.79
22.0- 24.9	38.03	21.	19.	22.90	45.71	3.11	43.93	1.79
25.0- 27.9	60.06	0.						
28.0- 30.9	90.06	7.	6.	29.71	133.57	10.45	111.37	22.20
31.0- 33.9	129.58	22.	20.	31.68	167.82	3.05	140.06	27.76
34.0- 36.9	180.27	27.	25.	35.19	234.26	3.96	203.76	30.50
37.0- 39.9	243.88	22.	20.	38.00	296.36	4.87	268.28	28.08
40.0- 42.9	322.26	120.	110.	41.46	393.70	1.59	366.27	27.43
43.0- 45.9	417.33	327.	301.	44.05	464.02	1.56	454.93	9.03
46.0- 48.9	531.09	195.	180.	46.90	555.61	2.64	569.06	-13.45
49.0- 51.9	665.65	159.	146.	50.11	703.24	3.51	720.98	-17.74
52.0- 54.9	823.17	115.	106.	52.89	839.08	4.49	874.47	-35.38
55.0- 57.9	1005.91	43.	40.	55.74	995.34	8.20	1055.41	-60.07
58.0- 60.9	1216.20	5.	5.	58.00	992.00	3.25	1216.20	-224.20
61.0- 63.9	1456.43	2.	2.	61.00	1440.00	0.00	1456.43	-16.43

SUMY 1086. 1000.

ŚREDNIE WAZONE 45.10 538.79

WIDOK STANDARTOWY APROKSYMACJI = 29.582



BLEKITEK ARG.

Wydruki wyników z programu WAGRYB - faza 3ZALEZNOŚĆ CIEZARU RYB OD DŁUGOŚCI CIAŁA  $W = C*(L)**N$ 

ODCHYLENIA STANDARTOWE ŚREDNICH W KLASACH DŁUGOŚCI ORAZ APROKSYMACJI

SAMCE + SAMICE

OBLICZONE WSPÓLCZYNNIKI:  $C = 0.000605076$  $N = 3.574397377$ 

PRZEDZIAŁY KLASOWE DŁUGOŚCI	CIEZAR OBL. DLA DOLN.GR.	FREKWENCJA SZT	PROMIL	SR. DŁUG. RYBY	SR. CIEZAR RYBY	BL.STD SR.CIEZ RYBY	CIEZ.OBL DLA SR. DL.RYBY	RÓŻNICE CIEZAR. RZ-TEOR.
17.0- 19.9	15.13	3.	3.	18.67	20.00	2.50	21.14	-1.14
20.0- 22.9	27.05	24.	22.	20.92	23.75	1.61	31.75	-8.00
23.0- 25.9	44.58	15.	14.	23.27	50.00	3.83	46.46	3.54
26.0- 28.9	69.10	0.						
29.0- 31.9	102.09	19.	17.	30.53	149.47	4.79	122.64	26.83
32.0- 34.9	145.15	16.	15.	33.06	188.56	4.78	163.12	25.44
35.0- 37.9	199.95	29.	27.	35.93	250.17	3.14	219.62	30.55
38.0- 40.9	268.28	30.	28.	39.33	337.50	4.75	303.47	34.03
41.0- 43.9	352.00	200.	184.	42.32	411.87	1.15	394.05	17.82
44.0- 46.9	453.07	310.	285.	44.87	489.00	1.22	486.07	2.92
47.0- 49.9	573.52	158.	145.	47.91	599.97	2.75	613.99	-14.02
50.0- 52.9	715.49	160.	147.	50.91	739.90	3.12	762.94	-23.03
53.0- 55.9	881.16	92.	85.	53.76	889.07	4.63	927.22	-38.15
56.0- 58.9	1072.82	28.	26.	56.68	1024.64	8.50	1120.02	-95.38
59.0- 61.9	1292.82	2.	2.	61.00	1440.00	0.00	1456.42	-16.42
62.0- 64.9	1543.58	0.						

SUMY 1086. 1000.

ŚREDNIE WAŻONE 45.10 538.79

BŁĄD STANDARTOWY APROKSYMACJI = 29.581

PROGRAM "PROFESOR STEDEK"   
 DOKUMENTACJA: PRÓBA BERTAL

Wydruk wyników z programu BERTAL

PARAMETRY FUNKCJI WZROSTU DŁUGOŚCI RYB wg. BERTALANEY (FISU)   
 THE MIN. BERTALANEY GROWTH-LENGTH CURVE

ROZKŁAD   
 FUNKCJI  $L_t = L_{\infty}(1 - \exp(-K*(t - t_0)))$    
 FUNKCJI

SAMPEL + SAMPEL   
 BERTALANEY

OBLICZONE PARAMETRY KRYTERIA BŁYDŹY STANDARDOWE   
 ESTIMATED PARAMETERS AND STANDARD ERRORS

	DŁUGOŚĆ ASYMPT. L INFINITY	K	t0 T SUR-ZERO
PARAMETRY OBL. - ESTIMATES	101.54	0.095720	-3.4873
BŁYDŹY STANDARDOWE - STANDARD ERRORS	1.00	0.003110	0.1623

WYKŁAD - GRUPA WIEKOWA DŁUGOŚĆ FREKWENCJA DŁ.ŚREDN DŁ.ŚTD. DŁ.ŚREDN KZD. DŁ.   
 LEWIE WIEK P-WO T.E.G.W. SZT. PRO-L EMPIRYCZ DŁ.EMP. MOM-PUL. KZ-TEUR

WYKŁAD CLASS	AGE GR.	MOM- NUM	FITTED LENGTH	SAMPLE SIZE UNIT PRO-L	SAMPLE MEAN LENG	ST.ERK. SAM-MEAN	FIT LENG FUR M.A	ENG-DIF SAM-FIT	
	0	0	28.82						
	1	0	35.46	6	7	33.17	0.00	35.46	-2.29
	2	0	41.49	14	17	43.14	0.00	41.49	1.65
	3	0	46.97	17	21	46.05	0.00	46.97	-0.92
	4	0	51.95	38	46	52.08	0.00	51.95	0.13
	5	0	56.48	60	73	56.64	0.00	56.48	0.17
	6	0	60.59	79	96	60.99	0.00	60.59	0.39
	7	0	64.33	101	123	64.33	0.00	64.33	-0.00
	8	0	67.73	103	125	67.24	0.00	67.73	-0.48
	9	0	70.81	69	84	70.12	0.00	70.81	-0.69
	10	0	73.62	60	73	73.89	0.00	73.62	0.27
	11	0	76.17	61	74	75.93	0.00	76.17	-0.24
	12	0	78.48	41	50	80.22	0.00	78.48	1.73
	13	0	80.59	44	53	80.86	0.00	80.59	0.27
	14	0	82.50	36	44	82.80	0.00	82.50	0.30
	15	0	84.24	25	30	84.16	0.00	84.24	-0.06
	16	0	85.82	14	17	86.21	0.00	85.82	0.39
	17	0	87.25	15	18	82.87	0.00	87.25	-4.39
	18	0	88.56	14	17	88.42	0.00	88.56	-0.14
	19	0	89.74	11	13	90.72	0.00	89.74	0.98
	20	0	90.82	16	19	91.81	0.00	90.82	0.99

WYKŁAD ŚREDNIE   
 TOTALS, MEAN 82.4 1000 69.41

BŁYDŹY STANDARDOWY APROKSYMACJI 2.4714   
 STANDARD ERROR OF ESTIMATE

Wydruk wyników z programu BIOMAS

ROZDZIELENIE BIOMASY PLANKTONU NA FIZYCZESKICH STACJACH

REGION: W Y S P. K R U Z E L I K E R G U E L E N

NR STACJI	STACJA 505			STACJA 333		
	[M <sup>3</sup> ]	[ML/M <sup>3</sup> ]	[ML/M <sup>2</sup> ]	[M <sup>3</sup> ]	[ML/M <sup>3</sup> ]	[ML/M <sup>2</sup> ]
10/ 0/ 4	347.79	.0575	5.751	338.92	.2656	26.56
11/ 6/ 5	1899.08	.2106	47.39	1917.90	.2503	56.31
13/ 8/ 6	681.88	.0733	5.866	686.49	.1020	8.157
14/ 9/ 7	695.86	.0431	4.225	689.98	.0580	5.661
16/ 10/ 8	613.77	.2770	20.77	608.47	.4109	30.62
17/ 11/ 9	616.08	.4058	40.58	627.59	1.307	130.7
18/ 12/ 10	676.53	.3400	33.66	667.75	.3744	37.06
19/ 13/ 11	655.44	.2746	32.95	659.02	.3187	38.24
20/ 14/ 12	660.30	.2272	23.85	657.18	.2587	27.16
21/ 15/ 13	553.14	.1446	14.17	553.91	.1805	17.69
22/ 16/ 14	571.12	.2626	25.48	568.04	.2817	27.32
24/ 18/ 15	677.09	.2215	14.40	676.28	.2662	17.30
26/ 19/ 16	665.33	.3307	31.41	669.21	.3885	36.91
27/ 20/ 17	654.12	.1835	17.79	586.11	.2559	24.82
28/ 21/ 18	632.62	.0474	3.082	619.70	.0968	6.293
31/ 22/ 19	483.13	.2484	24.84	480.43	.2706	27.06
33/ 23/ 20	619.87	.1936	17.42	623.02	.2408	21.67
34/ 24/ 21	619.95	.1452	12.63	612.69	.1795	15.62
35/ 25/ 22	498.99	.0601	6.012	499.72	.0901	9.005
42/ 29/ 23	543.52	.0368	3.680	539.78	.0556	5.558
43/ 30/ 24	636.36	.0629	6.097	637.17	.0765	7.612
47/ 33/ 26	551.04	.2722	32.67	538.74	0.000	0.000
51/ 36/ 27	575.78	.2953	28.93	571.05	.4203	41.19
52/ 37/ 28	616.93	.1945	18.09	620.23	.2580	23.99



Wydruk wyników z programu ESTER2

ESTER 2

L.P.	SYMBOL	KW.	PROCENT
1,	,		0.25
2,	,		0.21
3,	,		0.00
4,	,		0.00
5,	,		0.00
6,	,		0.00
7,	,		0.00
8,	,		0.00
9,	,		0.00
10,	,		0.00
11,	14:	0,	4.44
12,	14:	1,	0.62
13,	15:	0,	0.00
14,	15:	1,	0.91
15,	14:	2,	0.40
16,	16:	0,	22.39
17,	16:	1,	5.51
18,	16:	2,	1.66
19,	17:	1,	0.77
20,	16:	3,	0.00
21,	16:	4,	0.00
22,	18:	0,	4.35
23,	18:	1,	8.63
24,	18:	2,	1.26
25,	19:	1,	1.35
26,	18:	3,	0.73
27,	18:	4,	0.00
28,	20:	1,	2.72
29,	20:	2,	1.03
30,	20:	3,	0.00
31,	,		0.00
32,	20:	4,	3.03
33,	,		4.88
34,	,		1.75
35,	22:	1,	10.10
36,	20:	5,	2.19
37,	22:	2,	0.00
38,	22:	3,	0.00
39,	22:	4,	0.00
40,	24:	1,	0.00
41,	22:	5,	0.00
42,	22:	6,	20.84
SUMA PROC. 100.00			
SUMA PROC. POZ. 1:10 0.46			
"	"	" 11,13,16,22	31.18
"	"	" 12,14,17,19,23,25,28,35,40	30.59
"	"	" 15,18,24,29,37	4.35
"	"	" 20,26,30,38	0.73
"	"	" 21,27,32,39	3.03
"	"	" 36,41	2.19
"	"	" 36,41,42	23.03

FINISH

Wydruk wyników z programu MUREG

MUREG

PARAMETRY RÓWNIANIA REGRESJI WIELOKROTNEJ POSTACI :

$$Y = A + B[1] \times X[1] + B[2] \times X[2] + \dots + B[N] \times X[N].$$

WYRAZ WOLNY:  $A = -1.6692166$ WSPÓLCZYNNIKI PRZY ZMIENNYCH  $X[I]$ :

$$B[1] = -.03329697$$

$$B[2] = .00121033$$

$$B[3] = .17037939$$

$$\text{SIGMA}(Y[M]-Y) = -.00000004$$

$$\text{WSPÓLCZYNNIK KORELACJI WIELOKROTNEJ } R = .97861195$$

$$\text{WARTOSC FUNKCJI TESTOWEJ } F = 91.510144$$


---

REGRESJA CZĘŚCIOWA - ZALEŻNOŚĆ ZMIENNYCH NIEZALEŻNYCH  $X[I]$  OD  
ZMIENNEJ ZALEŻNEJ  $Y$ 

NR ROWN.	POSTAC RÓWNIANIA	WART. WSPÓL. KOREL.
1.	$Y = -3.2290 + (.21755) \times X[1]$	$R[Y, 1] = .82791$
2.	$Y = -1.9785 + (.01262) \times X[2]$	$R[Y, 2] = .76470$
3.	$Y = -1.8631 + (.16102) \times X[3]$	$R[Y, 3] = .98539$

---

REGRESJA CZĘŚCIOWA - ZALEŻNOŚCI ZMIENNYCH NIEZALEŻNYCH  $X[I]$  MIĘDZY  
SOBĄ

NR ROWN.	POSTAC RÓWNIANIA	WART. WSPÓL. KOREL.
1.	$X[1] = 108.89 + (9.0162) \times X[2]$	$R = .56634$
2.	$X[1] = -9.9280 + (1.4082) \times X[3]$	$R = .87572$
3.	$X[2] = .78621 + (.07393) \times X[3]$	$R = .73190$

## Z a ł ą c z n i k 13 a

Wydruki wyników z programu SYSTAN - wersja I, dane naturalne

WSPÓŁCZYNNIKI AUTOKORELACJI I GĘSTOŚCI WIDMOWEJ

LW 1

LANT 2

S RZĘDZIECIA 1.00 CZAS KUNGA 30.00

SC DANYCH N= 50 ILOSC KROKOW M= 10

R. = 9.7000 SIGMA\*\*2 = 3.6900 SIGMA = 1.9209

LIZACJA NA ZBIORZE DANYCH NATURALNYCH

P	RP	UP	LP	UP
0	1.0000	97.7800	1889.7382	1020.9888
1	0.3881	95.8163	1.1525	435.2240
2	-0.5180	92.7292	-0.1658	3.0916
3	-0.7137	91.8936	12.6785	11.0447
4	-0.0307	94.0870	18.4193	12.7165
5	0.6798	96.2222	-0.6345	4.1192
6	0.5207	96.1591	0.9803	0.3763
7	-0.2446	94.2326	-0.0310	0.1852
8	-0.6220	93.1190	-0.1023	0.0490
9	-0.1853	94.1951	0.4844	0.3068
0	0.4671	95.0500	0.2988	0.3842



Wydruki wyników z programu SYSTAN - wersja II, po normalizacji

## WSPÓŁCZYNNIKI AUTOKORELACJI I GĘSTOŚCI WIDMOWEJ

SERIA 1

WARIANT 2

CZAS RZUCZENIA 1.00 CZAS KURCA 50.00

ILOSC DANYCH N= 50 ILOSC KROKOW M= 10

X SR. = 9.7000 SIGMA\*\*2 = 3.6900 SIGMA = 1.9209

## REALIZACJA NA ZBIORZE DANYCH PO NORMALIZACJI

P	RP	WP	LP	UP
0	1.0000	3.6900	-0.2283	1.5487
1	0.3881	1.4492	3.6348	1.4354
2	-0.5180	-1.9267	-2.0645	2.2413
3	-0.7137	-2.6504	10.9573	11.1686
4	-0.0307	-0.1296	24.8977	15.2356
5	0.6798	2.5633	-3.1708	4.5102
6	0.5207	1.9809	2.1563	0.2715
7	-0.2446	-0.9402	-0.7112	0.4516
8	-0.6220	-2.4029	1.4769	0.4735
9	-0.1853	-0.7466	-0.6975	0.2093
10	0.4671	1.6875	1.0706	0.2573

Wydruki wyników z programu SYSTAN - wersja III, po standaryzacji

## WSPÓLCZYNNIKI AUTOKORELACJI I GĘSTOŚCI WIDMOWEJ

SERIA 1

WARIANT 2

CZAS ROZPOCZECIA 1.00 CZAS KONCA 50.00

ILUŚĆ DANYCH N= 50 ILUŚĆ PRÓB M= 10

X SR. = 9.7000 SIGMA\*\*2 = 3.6900 SIGMA = 1.9209

## REALIZACJA NA ZBIORZE DANYCH PO STANDARYZACJI

P	RP	WP	LP	UP
0	1.0000	1.0000	-0.0619	0.4197
1	0.3881	0.3927	0.9850	0.3890
2	-0.5180	-0.5221	-0.5595	0.6074
3	-0.7137	-0.7183	2.9695	3.0267
4	-0.0307	-0.0351	6.7473	4.1289
5	0.6798	0.6947	-0.8593	1.2223
6	0.5207	0.5368	0.5844	0.0736
7	-0.2446	-0.2548	-0.1927	0.1224
8	-0.6220	-0.6512	0.4002	0.1283
9	-0.1853	-0.2023	-0.1890	0.0567
10	0.4671	0.4573	0.2901	0.0697

Ośrodek Wydawniczy MIR, Gdynia 1977

Nakład 150 egz., ark. wyd. 6,0, papier off. III kl. 80 g

Powielono w Poligrafii Ośrodka Wydawniczego MIR-u

Zlec. 108/77

Zezw. N-1



„Studia i Materiały” publikowane są w pięciu seriach, zawierających prace poszczególnych zakładów naukowych M I R:

**Seria A – Oceanologia**

**Seria B – Ichtiologia i Zwiad Rybacki**

**Seria C – Statki Rybackie i Technika Połowów**

**Seria D – Technologia i Mechanizacja Przetwórstwa Rybnego**

**Seria E – Ekonomia Rybacka i Statystyka**