



Grey Scale #13



DANES-PICTA.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

ppłk dypl. Kazimierz JARON

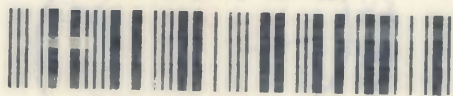
**ZASADY ALGORYTMIZACJI
ZADAŃ WOJSKOWYCH**

38



Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej

S/736



05-000774-003-0

WARSZAWA

MARZEC

1972

12763

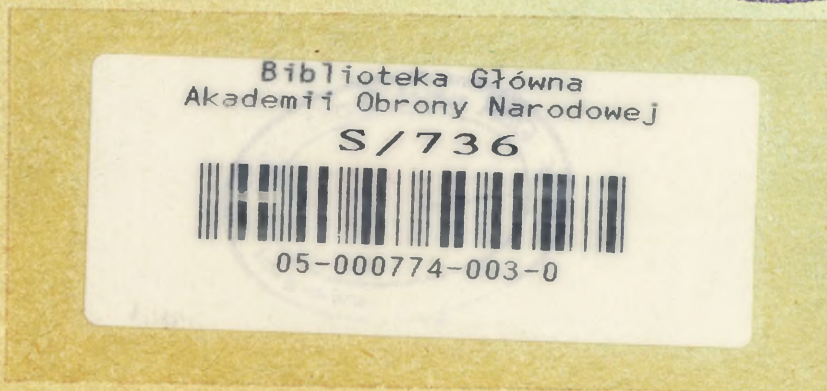


AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

pplk dypl. Kazimierz JARON

ZASADY ALGORYTMIZACJI
ZADAŃ WOJSKOWYCH

38



WARSZAWA

MARZEC

1972

12763

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego



ppłk dypl. Kazimierz JARON

ZASADY ALGORYTMIZACJI ZADAŃ WOJSKOWYCH

38



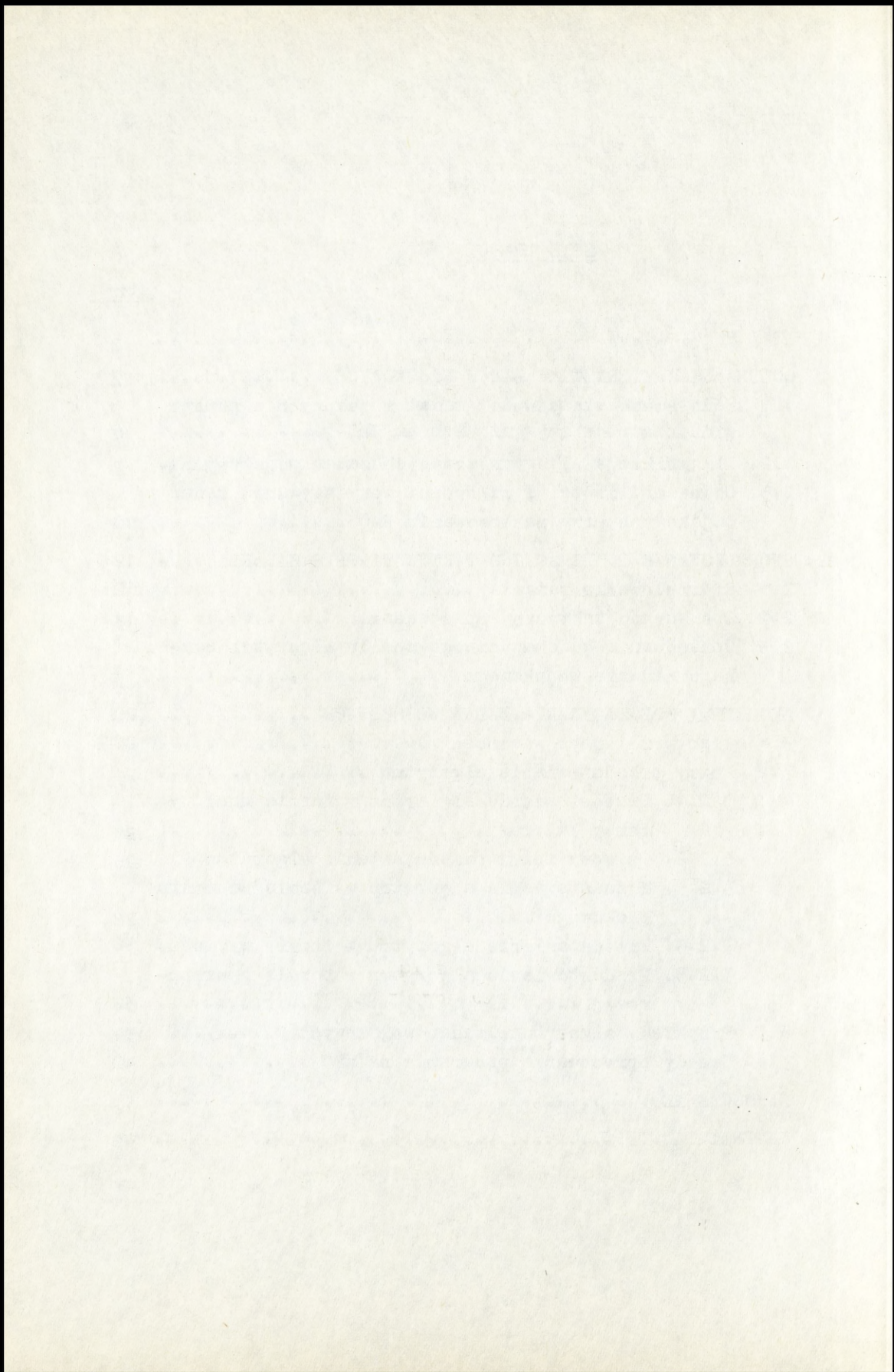
W A R S Z A W A

M A R Z E C

1972 r.

SPIS TREŚCI

	<u>Str.</u>
W S T Ę P	5
1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZADAŃ WOJSKOWYCH	7
1.1. Podstawowe właściwości zadań wojskowych z punktu widzenia rozwiązywania ich na EMC	7
1.2. Klasyfikacja algorytmizowanych zadań wojskowych..	8
1.3. Ocena możliwości i celowości rozwiązywania zadań wojskowych przy zastosowaniu EMC	10
2. SFORMUŁOWANIE I OPERACYJNO-TAKTYCZNY OPIS ZADANIA	12
2.1. Sformułowanie zadania	12
2.2. Operacyjno-taktyczny opis zadania	13
2.3. Opracowanie matematycznego modelu algorytmizowa- nego zadania wojskowego	15
3. ALGORYTMY ROZWIĄZYWANIA ZADAŃ WOJSKOWYCH	20
3.1. Algorytm i jego własności	20
3.2. Formy przedstawiania algorytmu	24
3.2.1. Przedstawienie algorytmu w formie anality- cznej /wzoru/	24
3.2.2. Opisowa forma przedstawienia algorytmu ...	25
3.2.3. Przedstawienie algorytmu w formie schematu blokowego	28
3.2.4. Przedstawienie algorytmu w formie wykresu.	30
3.2.5. Przedstawienie algorytmu w formie operato- rowej	32
3.3. Przykłady algorytmów zadań wojskowych	34
3.4. Zasady opracowania programów na EMC	40
ZAKOŃCZENIE	43
LITERATURA	44



W S T Ę P

Postęp, jaki obserwujemy w dziedzinie technicznego wyposażenia wojsk, sprawia, że charakter działań bojowych ulega ciągłym zmianom. Działania bojowe są coraz bardziej złożone i uwzględnienie wciąż rosnącej liczby czynników, które mają wpływ na wynik walki, nastęrczają dowódcom i sztabom wojskowym coraz większe trudności w planowaniu i organizacji działań bojowych oraz w kierowaniu walką.

Sukcesy na polu walki w coraz większym stopniu zależą od tego, jakie środki zostaną użyte i w jaki sposób będą wykorzystane. Różnorodność, złożoność i dynamiczność sytuacji bojowych, wielka różnorodność środków walki oraz wysokie tempo działań, stawiają dowódców i sztaby wojskowe w sytuacjach, w których nie są w stanie uwzględnić w swoich przewidywaniach i decyzjach wielu istotnych czynników, decydujących o powodzeniu w walce. W rezultacie działania mogą wystąpić sytuacje, w których dyspozycyjne środki nie będą w najwłaściwszy sposób wykorzystane, a skutkiem tego nie osiągnie się pożądaných rezultatów, ponosząc przy tym większe straty, niż należałoby oczekiwać.

Trudności powiększa również fakt, że działania bojowe przebiegają zawsze w warunkach niepełnych informacji, dotyczących zarówno zamiaru przeciwnika i jego aktualnych możliwości, jak i niekiedy znajomości aktualnego położenia i możliwości wojsk własnych.

Procesy podejmowania decyzji wysuwają przed dowódcami i sztabami coraz wyższe wymagania, którym nie są w stanie sprostać tradycyjne metody pracy. Coraz wyraźniej występuje obecnie podstawowa sprzeczność współczesnego dowodzenia, j.t. sprzeczność między zwiększoną szybkością zmian sytuacji na polu walki, a ociążałością aparatu dowodzenia, potrzebującego dużo czasu na podjęcie decyzji.

Współczesny rozwój nauki i techniki stwarza szerokie ku temu możliwości. Doświadczenie, osobiste zdolności i intuicja jednostki, a nawet odpowiednio dobranej grupy ludzi, często mogą okazać się zawodne gdyż określają jedynie "jakościową" stronę podejmowanych decyzji. Aby uwzględnić również stronę

"ilościową", tj. uzyskać rozwiązania optymalne, lub zbliżone do optymalnych, należy stosować metody dedukcyjne. W tym celu wydajnej pomocy mogą udzielić metody matematyczne stosowane w badaniach operacyjnych oraz elektroniczna technika obliczeniowa, stanowiące istotną część automatyzacji procesów informacyjno-decyzyjnych w systemach dowodzenia wojskami.

Jednym z ważnych kierunków usprawnienia procesu dowodzenia wojskami jest algorytmizacja zadań wojskowych, a zwłaszcza zadań operacyjno-taktycznych. Rozwój prac związanych z algorytmizacją zadań wojskowych stworzy warunki do szerszego zastosowania środków i urządzeń automatyzacji w procesie dowodzenia wojskami, a tym samym przyczyni się do bardziej efektywnego wykorzystania sił i środków na polu walki.

Doświadczenia wskazują, że zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej do rozwiązywania różnego rodzaju zadań wojskowych znacznie skraca czas i zwiększa dokładność wyników, a zwłaszcza w przypadku złożonych i pracochłonnych obliczeń. Ponadto pozwala dokładniej analizować i porównywać możliwości stron, planować działania wojsk i oceniać sytuację operacyjno-taktyczną oraz znacznie odciąża oficerów sztabu od wykonywania pracochłonnych i formalnych czynności.

W skrypcie dokonano charakterystyki zadań wojskowych, a zwłaszcza zadań operacyjno-taktycznych, przedstawiono metodykę ich formułowania, matematycznego opisu oraz zasady opracowania algorytmów.

W rozdziale pierwszym podano właściwości i klasyfikację zadań wojskowych /operacyjno-taktycznych/ oraz możliwości i celowość ich rozwiązywania przy pomocy EMC.

W rozdziale drugim przedstawiono metodykę formułowania i przygotowania zadań wojskowych do obliczeń na EMC. Szczególną uwagę zwrócono na operacyjno-taktyczny opis zadań.

Rozdział trzeci poświęcono algorytmom. Omówiono w nim pojęcie algorytmu, wymagania, zasady opracowania i formy przedstawiania algorytmów, a na zakończenie rozdziału podano przykłady.

Dzięki rozwojowi elektronicznej techniki obliczeniowej oraz szerokiemu zastosowaniu EMC w wojsku, w ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania metodami matema -

tycznymi i algorytmami rozwiązywania różnorodnych zadań.

Z punktu widzenia wojskowego na szczególną uwagę zasługuje algorytmizacja zadań operacyjno-taktycznych. Skrypt ten ma na celu zapoznanie czytelników wojskowych, a szczególnie słuchaczy Podyplomowych Kursów Zastosowań Informatyki i wyższych uczelni wojskowych interesujących się problemami automatyzacji procesów dowodzenia, z zasadami algorytmizacji zadań operacyjno-taktycznych.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZADAŃ WOJSKOWYCH

1.1. Podstawowe właściwości zadań wojskowych z punktu widzenia rozwiązywania ich na EMC

Zadania wojskowe /operacyjno-taktyczne/ mają, z punktu widzenia rozwiązywania ich na EMC, szereg właściwości.

Pierwsza właściwość polega na tym, że przy ich rozwiązywaniu są stosowane jednocześnie operacje logiczne i matematyczne. Tylko niektóre zadania wojskowe mogą być rozwiązywane wyłącznie na podstawie operacji logicznych.

Drugą właściwością jest to, że przy rozwiązywaniu zadań wojskowych występują wskaźniki nie tylko ilościowe, ale również jakościowe. Wskaźniki jakościowe /stan moralno-polityczny wojsk, stopień ich wyszkolenia, wartości bojowe, sprawność systemu dowodzenia, itp./ mogą być wymierzone tylko szacunkowo. Dlatego też uwzględnia się je w obliczeniach przez wprowadzenie odpowiednich współczynników wagowych.

Trzecia właściwość zadań wojskowych przejawia się w tym, że w ich rozwiązaniu muszą być uwzględnione możliwe warianty działań wojsk własnych oraz przeciwnika, o którym z zasady posiadamy niepełne, nie zawsze wiarygodne, a niekiedy również i sprzeczne informacje. Tego rodzaju zadań nie można rozwiązywać za pomocą metod analizy matematycznej, wymagają one bowiem zastosowania metod badań operacyjnych, a szczególnie teorii gier strategicznych.

Czwarta właściwość zadań wojskowych polega na tym, że może występować szereg rozwiązań prowadzących do osiągnięcia zamierzonego celu. W takim przypadku zachodzi potrzeba odszukania optymalnego lub niekiedy suboptymalnego rozwiązania sposobem

ród rozwiązań dopuszczalnych. W tym celu należy uprzednio ustalić właściwe dla rozpatrywanych warunków kryterium efektywności, na podstawie którego będzie można porównać ze sobą różne rozwiązania i wybrać, najkorzystniejsze.

Piątą właściwością zadań wojskowych jest skrajnie ograniczony czas na ich rozwiązanie i doprowadzenie do wykonawców. Ma to szczególne znaczenie w przypadku szybko zmieniających się sytuacji bojowych, gdy obliczenia związane z ich oceną są złożone i pracochłonne, a informacje, na podstawie których dokonuje się obliczeń szybko dezaktualizują się.

Wymienione właściwości zadań wojskowych określają ich specyfikę i złożoność. Opracowanie algorytmów i programów ich rozwiązania wymaga innego podejścia niż ma to miejsce w przypadku zadań o treści czysto matematycznej lub technicznej.

1.2. Klasyfikacja algorytmizowanych zadań wojskowych

Zadania wojskowe, ze względu na ich znaczenie dla procesu decyzyjnego i charakter uzyskiwanych wyników można podzielić na:

- informacyjno-sprawozdawcze;
- kalkulacyjno-optymalizacyjne;
- specjalne /pomocnicze/.

Zadania informacyjno-sprawozdawcze dotyczą trzech podstawowych operacji wykonywanych na informacjach /zbieranie, opracowywanie i przekazywanie informacji/. Informacje mogą dotyczyć wojsk nieprzyjaciela, wojsk własnych, terenu, warunków hydrologiczno-meteorologicznych i innych.

Do tej grupy przykładowo można zaliczyć zadania dotyczące oceny:

- składu, ugrupowania i działania wojsk nieprzyjaciela;
- składu, ugrupowania i działania wojsk własnych;
- sytuacji promieniotwórczej i chemicznej w rejonie działań;
- sytuacji tyłowej /stanu zapasów amunicji, żywności, mps, umundurowania itp./;
- sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej;
- warunków wojskowo-geograficznych.

Wymienione przykładowo zadania są obszerne pod względem treści i każde z nich można rozłożyć na szereg zadań cząstkowo -

wych. Cechą charakterystyczną zadań informacyjno-sprawozdawczych jest duża ilość informacji przechowywanych w pamięci EMC. Stanowią one odwzorowanie zmieniającej się bardzo szybko sytuacji na polu walki. Dlatego należy je bieżąco analizować, aby można było je wykorzystać w dowodzeniu, nim zdążą się zdezaktualizować. Opracowanie napływających informacji jest względnie proste i nie wymaga skomplikowanych obliczeń.

Zadania kalkulacyjno-optymalizacyjne dotyczą problemów rozwiązywanych dla potrzeb podejmowania decyzji, planowania działań i kierowania walką. Do tej grupy przykładowo można zaliczyć następujące zadania:

- określenie możliwości bojowych wojsk własnych i nieprzyjaciela;
- określenie ilości sił i środków niezbędnych do wykonania określonego zadania;
- planowanie manewru i przegrupowania wojsk;
- określenie stref skażeń promieniotwórczych i chemicznych;
- prognozowanie strat w ludziach i sprzęcie od uderzeń bronią masowego rażenia;
- ocena stanu materiałowego, technicznego i medycznego zabezpieczenia wojsk.

Są to tylko niektóre zadania. Aby przedstawić pełny ich zestaw trzeba było uwzględnić poszczególne szczeble dowodzenia, rodzaje wojsk i służb oraz etapy organizacji, planowania i prowadzenia działań.

Rozwiązywanie zadań kalkulacyjno-optymalizacyjnych na EMC wymaga opracowania bardzo złożonych algorytmów i związane jest z dużą ilością trudnych i pracochłonnych obliczeń. W wielu przypadkach obliczenia sposobem ręcznym byłyby niemożliwe do wykonania. Wyniki obliczeń nie są obszerne i stosunkowo łatwo można je przesyłać na odległość, wykorzystując do tego celu urządzenia transmisji danych.

Zadania specjalne /pomocnicze/ dotyczą kierowania środkami walki i urządzeniami specjalistycznymi. Mogą to być zadania dotyczące:

- określania danych początkowych do strzelania;
- obliczeń nawigacyjnych morskich i lotniczych;
- obliczeń bombardierskich.

W celu rozwiązania zadań specjalnych stosuje się uniwersalne lub specjalne przeliczniki cyfrowe oraz analogowe, które umożliwiają wykonanie obliczeń w krótkim czasie. Mogą to być, np. przeliczniki artyleryjskie, przeliczniki do naprowadzania rakiet przeciwlotniczych na cele powietrzne, przeliczniki pokładowe samolotów, rakiet kierowanych itp.

Ze względu na przeznaczenie i sposób wykorzystania, zadania wojskowe można podzielić na:

1. zadania rozwiązywane w codziennej działalności szkoleniowej jednostek wojskowych;
2. zadania rozwiązywane w procesie podejmowania decyzji, planowania, organizacji i kierowania działaniami bojowymi wojsk;
3. zadania dotyczące organizacji i realizacji zabezpieczenia działań bojowych;
4. zadania dotyczące oceny efektywności działań bojowych wojsk, procesów dowodzenia nimi, modelowania walki itp.

Zadania wojskowe można klasyfikować również i według innych kryteriów, np. według metod ich rozwiązywania, szczebli dowodzenia, rodzajów wojsk i służb, itp. Z praktycznego punktu widzenia podział zadań na różne grupy nie ma większego znaczenia, ponieważ proces przygotowania zadania do obliczeń na EMC przebiega podobnie.

1.3. Ocena możliwości i celowości rozwiązywania zadań wojskowych przy zastosowaniu EMC

Za pomocą EMC mogą być rozwiązywane tylko te zadania wojskowe, które można sformalizować, tzn. opisać przy pomocy reguł matematycznych i logiki formalnej. Za pomocą EMC należy w pierwszej kolejności rozwiązywać te zadania wojskowe, które znacznie skracają cykl dowodzenia wojskami i stanowią „wąskie gardła” w pracy sztabów.

Oceniając celowość rozwiązania zadania na EMC należy kierować się następującymi kryteriami:

- czasem niezbędnym do rozwiązania zadania;
- złożonością obliczeń i dokładnością wyników;
- powtarzalnością zadania;
- możliwością praktycznej realizacji zadania na EMC.

Czas niezbędny do rozwiązania zadania na EMC powinien być krótszy od czasu rozwiązania go sposobem ręcznym i wini n za -
pewnić wykorzystanie wyników obliczeń w danej sytuacji bojowej.
Zastosowanie EMC do rozwiązywania zadań wojskowych w żadnym
przypadku nie może opóźniać procesu dowodzenia wojskami.

Złożoność obliczeń i dokładność wyników zależy od charak-
teru zadania, ilości i rodzaju czynników uwzględnionych w za-
daniu, metody rozwiązania oraz poprawnego opracowania algoryt-
mu i programu na EMC. Najbardziej złożone są zadania, w któ-
rych trzeba uwzględniać warianty działania nieprzyjaciela, moż-
liwości wojsk własnych, warunki terenowe itd. Wtedy zadanie
sprowadza się do gry o niepełnej informacji. Rozwiązanie ta-
kiej gry wymaga przebadania wielu wariantów i sprowadza się do
wyboru strategii optymalnej.

Niektóre zadania mogą być tak złożone, że bez przyjęcia
uproszczeń nie można ich rozwiązać na EMC lub czas ich rozwią-
zania jest tak długi, że nie można dostarczyć w terminie wyni-
ków obliczeń. Pominięcie czynników drugorzędnych oraz zastoso-
wanie prostszej metody rozwiązania jest dopuszczalne pod wa-
runkiem, że uzyskane wyniki zadowolają organa dowodzenia, a ich
dokładność nie jest mniejsza od dokładności obliczeń ręcznych.

Powtarzalność zadania zależy od jego charakteru. Celowo
jest algorytmizować te zadania, które wymagają dużego nakładu
pracy i czasu na ich rozwiązanie, dotyczą ważnego problemu ope-
racyjnego lub taktycznego i występują często. Do takich zadań
można zaliczyć:

- obliczanie stosunku sił;
- analizę sytuacji powietrznej;
- planowanie manewru /przegrupowania/ wojsk;
- ocenę sytuacji promieniotwórczej i chemicznej;
- planowanie i realizację dowozu amunicji, mps
i żywności dla wojsk na polu walki;
- itp.

Możliwość praktycznej realizacji zadania to zasadnicze
kryterium oceny celowości jego rozwiązania przy zastosowaniu
EMC. Niektóre zadania, mimo że są ważne z punktu widzenia tak-
tycznego i operacyjnego i wymagają dużego nakładu pracy przy
ręcznym rozwiązywaniu oraz dają się łatwo algorytmizować, nie

zawsze mogą być praktycznie realizowane przy istniejących środkach transmisji danych i urządzeniach obrazowania wyników. Są to zadania, które powinny być rozwiązane w bardzo krótkim czasie na podstawie informacji napływających z pierwotnych źródeł poprzez urządzenia transmisji danych, a wyniki rozwiązań muszą być ratychmiast obrazowane na wskaźnikach elektronicznych.

2. SFORMUŁOWANIE I OPERACYJNO-TAKTYCZNY OPIS ZADANIA

2.1. Sformułowanie zadania

Jest to zasadniczy etap przy algorytmizacji zadań wojskowych. Od poprawnego sformułowania zadania, sprecyzowania jego podstawowych założeń i ograniczeń w dużym stopniu zależy jego praktyczna użyteczność.

Sformułowanie zadania wykonują specjaliści z organu dowodzenia /rodzaju wojsk lub służb/, dla którego rozwiązuje się dane zadanie. Specjaliści najlepiej widzą potrzebę szybkiego i dokładnego rozwiązywania zadań operacyjnych i taktycznych stanowiących najczęściej „wąskie gardła” w procesie dowodzenia wojskami. Są oni w stanie poprawnie sformułować zadanie, dokładnie przedstawić istotę problemu oraz właściwie określić założenia i ograniczenia. Niekiedy sformułowanie zadania może odbywać się przy współudziale specjalistów z zakresu algorytmizacji i programowania na EMC. Dotyczy to zadań złożonych zarówno pod względem stosowania aparatu matematycznego, jak i programowania na EMC.

Formułując zadanie, należy podać:

- nazwę zadania;
- cel zadania.

Nazwa zadania musi być krótka, jasna i wyrażać istotę rozwiązywanego problemu. Powinno również z niej wynikać dla kogo jest przeznaczone rozwiązywane zadanie.

Od precyzyjnego określenia celu zadania zależy ukierunkowanie pracy nad jego rozwiązaniem i uzyskanie wyników, które spełniałyby wymagania użytkownika. Cel musi być zgodny z treścią postawionego zadania i powinien odpowiadać na pytanie: co chcemy uzyskać w wyniku rozwiązania zadania.

2.2. Operacyjno-taktyczny opis zadania

Po sformułowaniu zadania i określeniu jego celu przystę-
pujemy do operacyjno-taktycznego opisu zadania. Powinni go
wykonywać doświadczeni dowódcy i pracownicy sztabu /niekiedy
przy współudziale specjalistów z zakresu algorytmizacji i pro-
gramowania na EMC/.

Operacyjno-taktyczny opis zadania powinien zawierać:

- zwięzłe przedstawienie problemu, który stanowi treść zada-
nia;
- założenia i ograniczenia;
- charakterystykę danych początkowych, które stanowią punkt
wyjścia do rozwiązania danego zadania;
- kryteria efektywności i metody rozwiązania zadania;
- treść, formę i sposoby przedstawiania danych wyjściowych;
- wykorzystanie wyników rozwiązanej zadania;
- dodatkowe objaśnienia.

Przedstawiając problem należy wyjaśnić jego istotę, zna-
czenie operacyjne, związek z innymi problemami, części składo-
we, główne czynniki wpływające na jego rozwiązanie itp.

W założeniach i ograniczeniach należy podać:

- etapy procesu dowodzenia, w których zadanie jest rozwiązywa-
ne i sposób wykorzystania jego wyników;
- normy operacyjno-taktyczne i techniczne;
- podstawowe wymagania;
- dopuszczalne granice, jakie należy uwzględnić przy rozwiąza-
niu zadania.

Dla każdego zadania na podstawie modelu matematycznego na-
leży dokładnie określić zbiór danych początkowych /danych wej-
ściowych/, które stanowią podstawę do rozwiązania zadania. Da-
ne początkowe dzielimy na stałe i zmienne. Dane początkowe sta-
łe, to takie wiadomości, które w ciągu względnie długiego cza-
su nie ulegają zmianie i mogą wielokrotnie być wykorzystane
przy rozwiązaniu zadania danego typu. Dane te przechowuje się
w pamięci EMC. Jako dane początkowe mogą być przyjęte:

- wiadomości o stanie etatowym wojsk;
- normy operacyjno-taktyczne;
- taktyczno-techniczne dane broni masowego rażenia;

- taktyczno-techniczne dane broni i sprzętu bojowego;
- normy zaopatrzenia wojsk;
- różne współczynniki i tabele pomocnicze.

Dane początkowe zmienne to takie wiadomości, które w krótkim czasie ulegają zmianie w zależności od sytuacji na polu walki. Dane początkowe zmienne wprowadza się do pamięci maszyny bezpośrednio przed przystąpieniem do rozwiązania zadania. Ilość i treść tych informacji w każdym przypadku i dla każdego zadania będzie różna.

Przy określaniu danych początkowych należy podać:

- treść informacji;
- źródła uzyskiwania informacji;
- szacunkową objętość informacji i czas jej przygotowania;
- stopień tajności i dokładności informacji oraz częstotliwość jej napływu.

Charakter parametrów i zależności występujące między nimi pozwalają trafnie określić metody rozwiązania zadania. W czasie operacyjno-taktycznego opisu zadania kryteria powinny być sprecyzowane z punktu widzenia operacyjnego. Takimi elementami mogą być: czas, stopień wykonania zadania bojowego, straty zadane przeciwnikowi itd.

Po określeniu kryterium efektywności należy podkreślić cel, jaki zamierza się osiągnąć w wyniku realizacji zadania oraz podać ogólną metodę i schemat rozwiązania zadania. W przypadku zadania złożonego celowe jest rozłożenie jego rozwiązania na etapy. W każdym etapie zostanie rozwiązany pewien fragment zadania, a otrzymane wyniki stanowią podstawę do obliczeń w następnych etapach. Podział na etapy i ich opisanie ułatwia w dużym stopniu formalizację zadania i przyspiesza jego rozwiązanie.

Treść i forma danych wyjściowych w pełni powinna odpowiadać potrzebom użytkowników. Dane wyjściowe przedstawiane są najczęściej na taśmach perforowanych i w postaci tabulogramów. Wydruk danych wyjściowych powinien być czytelny, przejrzysty i zrozumiały dla użytkowników programu. Wyniki obliczeń powinno charakteryzować ekonomiczne wykorzystanie symboli i znaków alfanumerycznych.

Opisując wykorzystanie wyników rozwiązane zadania w dowodzeniu wojskami należy podać częstotliwość rozwiązania zadania, ilość osób biorących udział w rozwiązaniu, czas trwania rozwiązania oraz dokładność otrzymanych wyników.

Na zakończenie operacyjno-taktycznego opisu podaje się niezbędne objaśnienia, tablice, schematy i inne dane, które stanowią pomoc przy formalizacji zadania oraz opracowaniu algorytmu jego rozwiązania.

2.3. Opracowanie matematycznego modelu algorytmizowanego zadania wojskowego

Do formalizacji zadań wojskowych stosuje się różne metody matematyczne. Matematyczny opis zadania sprowadza się do budowania modelu matematycznego, który przedstawia zależności między poszczególnymi wielkościami występującymi w zadaniu. Istotę modelu matematycznego i jego rozwiązania można przedstawić następująco. Podane w zadaniu warunki w postaci ograniczonych ilości i możliwości środków, norm zaopatrzenia, kosztów itp. ograniczają zbiór wszystkich możliwych rozwiązań dopuszczalnych do zbioru, który oznaczmy literą D . Na zbiorze D określona jest funkcja $F(X)$, która każdemu rozwiązaniu $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ należącemu do zbioru D ($X \in D$) przypisuje pewną liczbę rzeczywistą. Liczbę tę interpretujemy jako efektywność rozwiązania. Rozwiązanie X_1 jest lepsze od rozwiązania X_2 , jeżeli $F(X_1) > F(X_2)$, dotyczy to przypadku kiedy maksymalizujemy funkcję $F(X)$ oraz gdy $F(X_1) < F(X_2)$ w przypadku, gdy minimalizujemy funkcję $F(X)$. Jeżeli w zbiorze D istnieje rozwiązanie X_0 nie gorsze od każdego rozwiązania dopuszczalnego X , tj. takie, że dla każdego $X \in D$ jest $F(X_0) \geq F(X)$ w przypadku maksymalizacji funkcji i $F(X_0) \leq F(X)$ w przypadku minimalizacji funkcji kryterium, to takie rozwiązanie X_0 nazywamy optymalnym. W niektórych zadaniach może być wiele rozwiązań optymalnych. Wówczas należy wprowadzić dodatkowe kryteria, które ograniczą zbiór rozwiązań optymalnych do jednego lub co najwyżej kilku.

Największą trudność w formułowaniu zadań wojskowych sprawia wybór odpowiedniej funkcji kryterium /funkcji celu/ odzwierciedlającej zamierzony cel. Kryterium to powinien z reguły

ustalać przełożony - decydent, tj. ten kto będzie korzystał z wyników rozwiązań. Ponadto mogą zaistnieć trudności w ułożeniu na podstawie podanych założeń i ograniczeń równań, nierówności i innych warunków logicznych, które w sposób jednoznaczny wyznaczają zbiór rozwiązań dopuszczalnych. Nie ma na to ustalonych zasad. Każde zadanie jest bowiem odmienne, tak pod względem treści, jak i metod stosowanych do jego rozwiązania. Mogą to wykonać specjaliści, którzy mają opanowane nowoczesne metody matematyczne, znają dokładnie problem, który jest treścią zadania. Dobre wyniki uzyskuje się wówczas, kiedy na etapie matematycznego opisu zadania i budowy algorytmu jego rozwiązania tworzy się zespoły składające się z problemisty, matematyka i programisty.

W zadaniach wojskowych jako funkcję kryterium można przyjąć:

- prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego;
- średnią oczekiwaną wartość strat nieprzyjaciela;
- średni oczekiwany wydatek sił i środków związany z wykonaniem zadania bojowego;
- czas niezbędny na wykonanie zadania;
- średnią oczekiwaną wartość strat własnych;
- średnie prawdopodobieństwo rażenia określonej liczby celów;
- ilość sił i środków niezbędnych do wykonania zadania z określonym prawdopodobieństwem.

Od właściwego wyboru funkcji kryterium zależy w dużym stopniu poprawność rozwiązania zadania. Zbiór rozwiązań dopuszczalnych wyznacza warunki ograniczające, których ilość i postać zależy od charakteru zadania i pożądanej szczegółowości rozwiązania.

Funkcja kryterium i warunki ograniczające zawierają szereg wielkości, które dzielimy na trzy rodzaje. Pierwszy rodzaj - to wielkości znane i zdeterminowane, ale od nas niezależne. One charakteryzują warunki działania oraz ograniczają zbiór dopuszczalnych rozwiązań. Mogą to być np. dane dotyczące charakterystyk uzbrojenia m.in. wojsk własnych i nieprzyjaciela, charakterystyk terenu itp. Drugi rodzaj - to wielkości od nas zależne, np. normy operacyjno-taktyczne, ilości sił i środków wydzielonych do wykonania

określonych zadań, terminy realizacji zadań itp. Wielkości te nazywamy zmiennymi decyzyjnymi.

Trzeci rodzaj - to wielkości nieokreślone lub przypadkowe /losowe/ jak np. dane o stanie odporności psychicznej wojsk, warunkach meteorologicznych itp.

Te trzy rodzaje wielkości występują w funkcji kryterium i w warunkach ograniczających.

W związku z tego rodzaju klasyfikacją wielkości występujących w funkcji kryterium i w warunkach ograniczających istotę rozwiązania zadania wojskowego można najogólniej sformułować następująco: posiadając informacje o wielkościach pierwszego rodzaju oraz uwzględniając wielkości trzeciego rodzaju, określić optymalne wartości wielkości drugiego rodzaju /zmiennie decyzyjne/, tzn. takie, dla których funkcja kryterium osiąga wartość maksymalną lub minimalną, w zależności od postawionego zadania.

Zależnie od charakteru zmiennych występujących w zadaniu, rozróżniamy cztery typy modeli matematycznych: deterministyczne, probabilistyczne, statystyczne i strategiczne^{x/}.

Budowa modelu matematycznego dla zadań operacyjnych i taktycznych jest rzeczą trudną i wymaga dużo czasu. Nie zawsze można dokładnie określić czas jej zakończenia. Proces budowania modelu matematycznego należy rozpoczynać od zbudowania prostego modelu, a następnie stopniowo uwzględniać dodatkowe czynniki, aż do uzyskania możliwie pełnego opisu zadania.

Przystępując do budowy modelu matematycznego ustala się główne kryterium oraz wykaz najbardziej istotnych czynników, które należy uwzględnić. Spośród czynników wybiera się te, które mogą być wyrażone ilościowo i dzieli się na stałe i zmienne. Następnie formalnie zapisuje się funkcję kryterium i warunki ograniczające. Nie uwzględnione czynniki wyszczególnia się w założeniach podanych w opisie matematycznym zadania. Po wykonaniu tych czynności określa się wartości poszczególnych parametrów, podaje się wzory, według których są one liczone oraz wszelkie założenia i ograniczenia.

x/ Opis tych modeli można znaleźć w opracowaniu: "Wybrane metody optymalizacji decyzji".

MON 1969 r.

Na zakończenie wykonuje się opis matematyczny zadania, który zawiera:

- sformułowanie zadania;
- wykaz przyjętych oznaczeń i symboli matematycznych;
- założenia formalne;
- funkcję kryterium i jej uzasadnienie;
- warunki ograniczające;
- wzory, według których są liczone wartości poszczególnych parametrów;
- opis metody rozwiązania modelu;
- dodatkowe objaśnienia oraz wskazówki dotyczące praktycznego wykorzystania modelu.

W celu zilustrowania procesu formalizacji zadania rozpatrzmy przykład dotyczący optymalizacji podziału środków OPL do zwalczania celów powietrznych. Zadanie to występuje wówczas, gdy osłaniany obiekt atakuje więcej niż jeden cel powietrzny, a w jego zwalczaniu uczestniczy co najmniej dwa pododdziały ogniowe. Liczba możliwych wariantów podziału pododdziałów ogniowych do zwalczania celów powietrznych wyraża się wzorem :

$$W = \frac{n!}{(n-m)!}$$

gdzie:

- n - liczba celów;
- m - liczba pododdziałów ogniowych.

Jako funkcję kryterium najkorzystniej przyjąć wartość oczekiwaną liczby rażonych celów, ponieważ skutki uderzeń z powietrza są proporcjonalne do liczby nie porażonych celów. Zadaniem środków OPL jest rażenie największej ilości celów powietrznych.

Sformułowanie zadania: znaleźć optymalny wariant podziału środków OPL do zwalczania celów powietrznych w świetle podanego kryterium efektywności.

Dla matematycznego przedstawienia wyżej wymienionego zadania wprowadzimy następujące oznaczenia:

- M - wartość oczekiwana liczby rażonych celów;
- i - numer pododdziału ogniowego ($i = 1, 2, \dots, m$);
- j - numer celu ($j = 1, 2, \dots, n$);

P_{1j} - prawdopodobieństwo rażenia przez i-ty pododdział i-tego celu;

x_{1j} - zmienna decyzyjna przyjmująca wartość 1 lub 0 w zależności od tego czy i-ty pododdział prowadzi ogień do j-tego celu, czy nie.

Dane wejściowe do rozwiązania zadania przedstawimy w formie macierzy:

$$\begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mn} \end{bmatrix} \quad /1/$$

Prawdopodobieństwa P_{1j} tego, że i-ty cel będzie rażony przez j-ty pododdział ogniowy obliczamy na podstawie wzoru:

$$p = 1 - (1 - a)^s;$$

gdzie:

- a - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym strzałem;
- s - ilość strzałów.

Jeżeli w czasie strzelania prawdopodobieństwo rażenia celu kolejnymi strzałami ulega zmianie, wtedy stosujemy wzór:

$$p = 1 - (1 - a_1)(1 - a_2) \dots (1 - a_k) \dots (1 - a_s);$$

gdzie:

- a_k ($k=1,2,\dots,s$) oznacza prawdopodobieństwo rażenia celu k-tym strzałem.

Zmienne decyzyjne przedstawimy w formie macierzy:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad /2/$$

Jest to macierz zerojedynkowa, ponieważ zmienna decyzyjna x_{1j} przyjmie wartości 0 lub 1.

Rozwiązanie zadania sprowadza się do określenia macierzy X , dla której funkcja kryterium:

$$M(X) = \sum_{j=1}^n \left[1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{1j} x_{1j}) \right] \quad /3/$$

osiąga maksimum przy warunkach ograniczających:

$$\sum_{j=1}^n x_{1j} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, m); \quad /4/$$

$$\sum_{i=1}^m x_{1j} \leq m \quad (j = 1, 2, \dots, n); \quad /5/$$

Warunek /4/ oznacza, że w przypadku gdy nie ma możliwości przeniesienia ognia i -ty pododdział ostrzeliwuje tylko jeden cel. Jeżeli istnieje możliwość przeniesienia ognia, to dany pododdział powinien być wykazany dwukrotnie w macierzach /1/ i /2/.

Warunek /5/ oznacza, że j -ty cel może być ostrzelany co najwyżej przez m pododdziałów.

Macierze /1/ i /2/, funkcja kryterium /3/ i warunki ograniczające /4/ i /5/ stanowią model matematyczny zadania.

Tak sformalizowane zadanie rozwiązuje się metodami programowania nieliniowego, ponieważ w ogólnym przypadku funkcja kryterium jest nieliniowa.

Przedstawiony model jest bardzo prosty. Dla niektórych zadań operacyjnych i taktycznych modele matematyczne są bardzo złożone, a ich objętość przekracza techniczne możliwości EMC.

3. ALGORYTMY ROZWIĄZANIA ZADAŃ WOJSKOWYCH

3.1. Algorytm i jego własności

Wszyscy ci, którzy zetknęli się z maszynami matematycznymi wiedzą, że po to, aby maszyna wykonała jakieś zadanie, trzeba jej podać program, czyli wyrażony w odpowiedni sposób pełny i ścisły opis metody rozwiązania tego zadania. Tak jest nie tylko w przypadku stosowania elektronicznych maszyn cyfrowych,

ale w ogóle przy rozwiązywaniu prawie wszystkich bardzo skomplikowanych zagadnień. Aby rozwiązać wszelkie złożone zagadnienia trzeba znać dokładny sposób jego rozwiązania. Im dokładniejszy jest opis metody i im pełniej uwzględnia się w nim wszystkie możliwe warianty zadania, tym bardziej niezawodne jest postępowanie człowieka /grupy ludzi/, rozwiązujących ten problem i tym pewniejsze jest otrzymanie bezbłędnych wyników.

Taki ścisły opis metody postępowania, całkowicie i jednoznacznie określający, co należy robić w każdej fazie rozwiązania zadania i w każdej sytuacji, jaka może przy tym powstać, opis, który nie zostawia miejsca na żadne działanie czynników przypadkowych lub ubocznych, nie związanych z zadaniem, nazywamy algorytmem.

Jest oczywiste, że w tak ścisłym formułowaniu przepisów postępowania byli i są zainteresowani przede wszystkim matematycy i ci, którzy z matematyki korzystają. Dlatego w ramach matematyki powstała teoria algorytmów, zajmująca się własnościami algorytmów, sposobami ich formułowania, dobieraniem algorytmów do różnych problemów matematycznych, porównywaniem różnych algorytmów itp.

Teoria algorytmów zajmuje się przede wszystkim t.zw. problemami rozstrzygalności. Badania w zakresie matematyki doprowadziły do odkrycia, że istnieją zagadnienia matematyczne, które są nierozstrzygalne, tzn. nie można ich rozwiązać przy pomocy dostępnych człowiekowi środków. Niemożność ich rozwiązania wynika z samego charakteru zadania: nie ma metody, przy pomocy której można by je rozwiązać. Obecnie pierwszym pytaniem, które zadaje matematyk, stykający się z nowym i trudnym problemem, jest, czy problem jest rozstrzygalny. Jeżeli odpowiedź jest negatywna, to wszelkie próby jego rozwiązania są bezcelowe, z góry skazane na niepowodzenie. Dzięki stosowaniu EMC zakres zastosowań matematyki w różnych dziedzinach życia stale i szybko wzrasta, a wykorzystywane przy tym metody matematyczne stają się coraz bardziej skomplikowane, dlatego też zagadnienia rozstrzygalności mają również duże znaczenie dla wszystkich tych, którzy z matematyki wyższej korzystają.

Ważnym dla praktyki zagadnieniem jest również to, czy dany problem, jeśli jest rozstrzygalny, może być rozwiązany

przy pomocy środków, którymi aktualnie dysponujemy. Środkami tymi są najczęściej EMC. Obecnie w świetle zastosowań EMC nie chodzi o znalezienie algorytmu, który pozwala teoretycznie rozstrzygnąć dany problem, lecz głównie algorytmu nadającego się do realizacji na EMC. Algorytm, który ma być rozwiązany na EMC musi mieć odpowiednią strukturę dostosowaną do typu zadania oraz możliwości EMC.

Algorytmy można klasyfikować ze względu na ich charakter, przeznaczenie, strukturę itp.

Jeżeli zasadniczą rolę w algorytmie odgrywają działania matematyczne, to nazywamy go algorytmem obliczeniowym. Jeżeli algorytm zawiera tylko działania logiczne, to nazywamy go algorytmem logicznym. W przypadku gdy w algorytmie występują działania matematyczne i logiczne, to nazywamy go matematyczno-logicznym.

Ze względu na przeznaczenie można między innymi wyróżnić algorytmy operacyjno-taktyczne, tzn. takie, które służą do rozwiązania zadań operacyjno-taktycznych. Algorytmem operacyjno-taktycznym nazywamy dokładny i jednoznaczny przepis, który określa kolejność oraz sposób postępowania przy rozwiązywaniu zadań operacyjno-taktycznych. W algorytmie tym występują formuły matematyczne i logiczne oraz pewne warunki i określenia wynikające z zasad taktyki i sztuki operacyjnej.

Algorytm posiada następujące właściwości:

1. Określoność: zawiera on skończoną liczbę ściśle zdeterminowanych wskazówek postępowania. Wynik obliczeń przy jednakowych danych wejściowych jest w każdym przypadku taki sam, bez względu na to, kto algorytm będzie stosował.
2. Masowość: algorytm nie służy do rozwiązania tylko jednego zadania, lecz całej klasy zadań danego typu.
3. Dyskretność: proces obliczeń według danego algorytmu można podzielić na etapy, w których wykonywane są operacje elementarne. Ilość etapów oraz operacji elementarnych wykonywanych w każdym etapie zależy od sposobu realizacji algorytmu i typu zadania. W przypadku gdy algorytm przewidziany jest do realizacji przez EMC to proces obliczeń musi być podzielony na proste operacje elementarne, opisane w języku maszyny. Jest to tzw. algorytm maszynowy.

4. Deterministyczność: wyniki pierwszego etapu **zależą** jedno - znacznie od danych wejściowych, a wyniki każdego etapu następnego zależą jednoznacznie od wyników etapu poprzedniego.
5. Elementarność: zasada otrzymywania wyników każdego etapu na podstawie danych wejściowych lub wyników etapu poprzedniego powinna być prosta i lokalna.
6. Celowość: jeżeli zastosowanie zasady otrzymywania wyników jakiegoś etapu z wyników etapu poprzedzającego lub danych wejściowych nie daje żadnego rezultatu, to powinno być powiedziane, co należy uważać za wynik algorytmu.
7. Skuteczność algorytmu: algorytm zastosowany do rozwiązania zadania danego typu powinien zapewnić jego rozwiązanie w skończonej liczbie etapów oraz otrzymanie poszukiwanego wyniku.

Algorytm określa więc jednoznacznie kolejność oraz sposób przekształcenia zbioru danych wejściowych w zbiór danych wyjściowych.

Z podanych właściwości wynikają dla algorytmów wymagania, z których najważniejszymi są:

- a. Algorytm musi składać się ze skończonej liczby etapów /kroków/, w których wszystkie operacje elementarne są jednoznacznie określone. Ostateczny rezultat obliczeń powinien być otrzymany po wykonaniu skończonej liczby kroków.
- b. Kolejność etapów oraz operacji elementarnych w każdym etapie musi być określona jednoznacznie.
- c. Każdy etap obliczeń musi być wykonalny. Uzyskane wyniki obliczeń po realizacji każdego etapu powinny stanowić podstawę do obliczeń w etapach następnym.
- d. W algorytmie musi istnieć możliwość powtórzenia poprzednich wyników obliczeń w zależności od podanej w nim alternatywnej decyzji "tak" lub "nie".
- e. W każdym algorytmie cykle mogą przebiegać tylko skończoną ilość razy.
- f. Oznaczenia i symbole użyte do opisu algorytmu muszą być jednolite i zgodne z obowiązującymi instrukcjami w tym zakresie.

g. Forma przedstawienia algorytmu musi być zwięzła, przejrzysta i zrozumiała dla użytkownika.

3.2. Formy przedstawienia algorytmu

Algorytm można przedstawić w formie analitycznej /wzoru/, opisowej, schematu blokowego, wykreślnej i operatorowej.

Opracowując algorytm, należy dobrać taką formę, która byłaby zwięzła, przejrzysta i zrozumiała dla przeciętnego użytkownika oraz zgodna z obowiązującymi instrukcjami w tym zakresie.

Algorytmy operacyjno-taktyczne przedstawia się najczęściej w formie opisowej, schematu blokowego i w prostych przypadkach w formie analitycznej, stosując przy tym standardowe symbole i znaki umowne.

3.2.1. Przedstawienie algorytmu w formie analitycznej /wzoru/

Formę tę można stosować do rozwiązywania prostych zadań np. z zakresu strzelań artylerii naziemnej i przeciwlotniczej, strzelań raketowych oraz bombardowania. W celu przedstawienia algorytmu w tej formie rozpatrzmy następujący przykład. Załóżmy, że posiadamy możliwość oddania do celu n strzałów. Wówczas, dla określenia prawdopodobieństwa trafienia celu co najmniej jednym strzałem, jeżeli znamy prawdopodobieństwo trafienia celu jednym strzałem, posługujemy się następującym wzorem:

$$P_{1,n} = 1 - (1 - p)^n \quad /6/$$

gdzie: p - prawdopodobieństwo trafienia celu jednym strzałem ;
 n - ilość oddanych strzałów do celu;

$P_{1,n}$ - prawdopodobieństwo trafienia celu co najmniej jednym strzałem przy oddaniu n strzałów.

Wzór ten przedstawia algorytm rozwiązania interesującego nas zadania. Ponadto dokładnie określa dane, które są konieczne do uzyskania poszukiwanego wyniku dla wszystkich zadań danego typu.

Można rozpatrzyć bardziej złożone zadania polegające na tym, że posiadamy możliwość oddania do celu n strzałów. Prawdopodobieństwo trafienia celu jednym strzałem równa się p i w

czasie strzelania nie ulega zmianie. Trafienie celu co najmniej jednym strzałem wystarczy do wykonania zadania. Interesuje nas następujące zagadnienie: ile strzałów trzeba oddać do celu, ażeby prawdopodobieństwo trafienia celu co najmniej jednym strzałem nie było mniejsze od założonego prawdopodobieństwa P_{1n} ?

Algorytm rozwiązania zadania tego typu można przedstawić za pomocą następującego wzoru:

$$n = n \left\{ P_{1,n} \leq [1 - (1 - p)^n] \right\} . \quad /7/$$

3.2.2. Opisowa forma przedstawienia algorytmu

Forma ta pozwala dokładniej niż poprzednia przedstawić wszystkie kroki wykonywane w procesie obliczeń. Często stosuje się ją łącznie z formą analityczną, wyrażając niektóre operacje wzorami matematycznymi i warunkami logicznymi. Ujemną stroną tej formy jest nadmiar opisu, co przy złożonych zadaniach wpływa niekorzystnie na przejrzystość algorytmu. Ponadto nie można pokazać struktury algorytmu z jej powiązaniem, rozgałęzieniami i cyklami.

Aby zilustrować opisową formę algorytmu rozpatrzmy algorytm Euklidesa, służący do rozwiązania wszystkich zadań następującego typu:

Dla danych dwóch liczb naturalnych a i b znaleźć ich największy wspólny dzielnik. Różnych zadań tej postaci jest tyle, ile par liczb naturalnych a i b .

Rozwiązanie dowolnego z tych zadań można uzyskać drogą zbudowania malejącego ciągu liczb, z których pierwsza jest większą spośród dwóch danych, druga - mniejszą z nich, trzecią uzyskuje się jako resztę z dzielenia pierwszej przez drugą, czwartą jako resztę z dzielenia drugiej przez trzecią itd. aż do momentu, w którym otrzyma się dzielenie bez reszty. Dzielnik w tym ostatnim dzieleniu jest szukanym wynikiem.

Ponieważ dzielenie sprowadza się do kolejnego odejmowania, przepis dostosowany do rozwiązania dowolnego z tych zadań można przedstawić w postaci następującego algorytmu opisowego:

1. Weź dwie liczby a, b i przejdź do czynności 2.
2. Porównaj rozpatrywane liczby $a=b$ lub $a < b$, lub $a > b$.

- Przejdź do czynności 3.
3. Jeżeli rozpatrzone liczby są równe, to każda z nich daje szukany wynik. Proces obliczeniowy ulega zakończeniu. Jeśli nie, przejdź do czynności 4.
 4. Jeśli pierwsza z rozpatrywanych liczb jest mniejsza od drugiej, zmień ich kolejność i nadal je rozpatruj. Przejdź do czynności 5.
 5. Odejmij drugą z rozpatrywanych liczb od pierwszej i rozpatruj dwie liczby: odjemnik i różnicę. Przejdź do czynności 2.

W ten sposób po wykonaniu wszystkich pięciu czynności należy wrócić do drugiej, potem do trzeciej, czwartej, piątej i znowu do drugiej, trzeciej itd., aż do uzyskania dwóch równych liczb, tj. do momentu, gdy zostanie wypełniony warunek zawarty w trzeciej czynności; wówczas proces się kończy.

W formie algorytmu opisowego można również przedstawić algorytm analityczny /7/ przedstawiony w punkcie 3.2.1. Może on mieć postać następującą:

1. Podstaw $n = 2$. $n = 2$
Przejdź do czynności 2.
2. Wprowadź prawdopodobieństwo jednostkowe równe p . p
Przejdź do czynności 3.
3. Oblicz wartość $1 - p$. $1 - p$
Przejdź do czynności 4.
4. Podnieś wartość obliczoną w czynności 3 do potęgi równej ilości strzałów przyjętych w czynności 1. Przejdź do następnej czynności. $(1 - p)^2$
5. Odejmij od jedności wartość obliczoną w czynności 4. Przejdź do czynności 6. $1 - (1 - p)^2$
6. Porównaj wartość założonego prawdopodobieństwa z wartością otrzymaną w czynności 5. Przejdź do czynności 6. $P_{1,n} - [1 - (1 - p)^2]$
7. Jeżeli wartość uzyskana w czynności 5 jest równa lub większa od $P_{1,n}$ to liczba strzałów podstawiona za n w czynności 1 gwarantuje uzyskanie szukanego wyniku. $P_{1,n} - [1 - (1 - p)^2] \leq 0$
a/

Proces obliczeniowy jest zakończony.
Jeżeli otrzymany wynik jest mniejszy
od $P_{1,n}$ to przejdź do czynności 8.

$$b/ P_{1,n} - [1 - (1-p)^2] > 0$$

8. Zwiększ liczbę n o jeden.

Przejdź do czynności 4.

$$n_2 = 2+1 = 3$$

W celu lepszego zrozumienia przedstawionego algorytmu w formie opisowej rozwiążemy następujące zadanie: Ile pocisków należy wystrzelić, jeżeli prawdopodobieństwo trafienia celu jednym pociskiem $p = 0,3$, żeby prawdopodobieństwo uzyskania co najmniej jednego trafienia w cel, było nie mniejsze od $0,8$?

1. $n_1 = 2;$

2. $0,3;$

3. $1-0,3=0,7;$

4. $(1-0,3)^2 = 0,7^2 = 0,49;$

5. $1 - (1-0,3)^2 = 1-0,7^2 = 1-0,49 = 0,51;$

6. $0,8-0,51 = 0,29;$

7. $0,8-0,51 > 0$

$0,29 > 0;$ nie spełnia warunków zadania;

8. $n_2 = 2+1 = 3;$

4. $(1-0,3)^3 = 0,7^3 = 0,343;$

5. $1-0,343 = 0,657;$

6. $0,8 - 0,657 = 0,143;$

7. $0,143 > 0;$ nie spełnia warunków zadania;

8. $n_3 = 3 + 1 = 4;$

4. $(1-0,3)^4 = 0,2401;$

5. $1-0,2401 = 0,7599;$

6. $0,8-0,7599=0,0401;$

7. $0,0401 > 0;$ nie spełnia warunków zadania;

8. $n_4 = 4+1 = 5$

4. $(1-0,3)^5 = 0,16807;$

5. $1-0,16807 = 0,83193;$

6. $0,8 - 0,83193 = -0,03193$

- $0,03193 < 0$ spełnia warunki zadania.

Zadanie jest zakończone, $n = 5$.

Z podanego algorytmu i przykładu wynika, że algorytm przedstawiony w formie opisowej jest dość dokładny i zrozumiały, ale jednocześnie nadmiernie rozbudowany i mało przejrzysty. Formę tę najczęściej stosuje się wtedy, gdy większość czynności ujętych w algorytmie realizowana jest ręcznie.

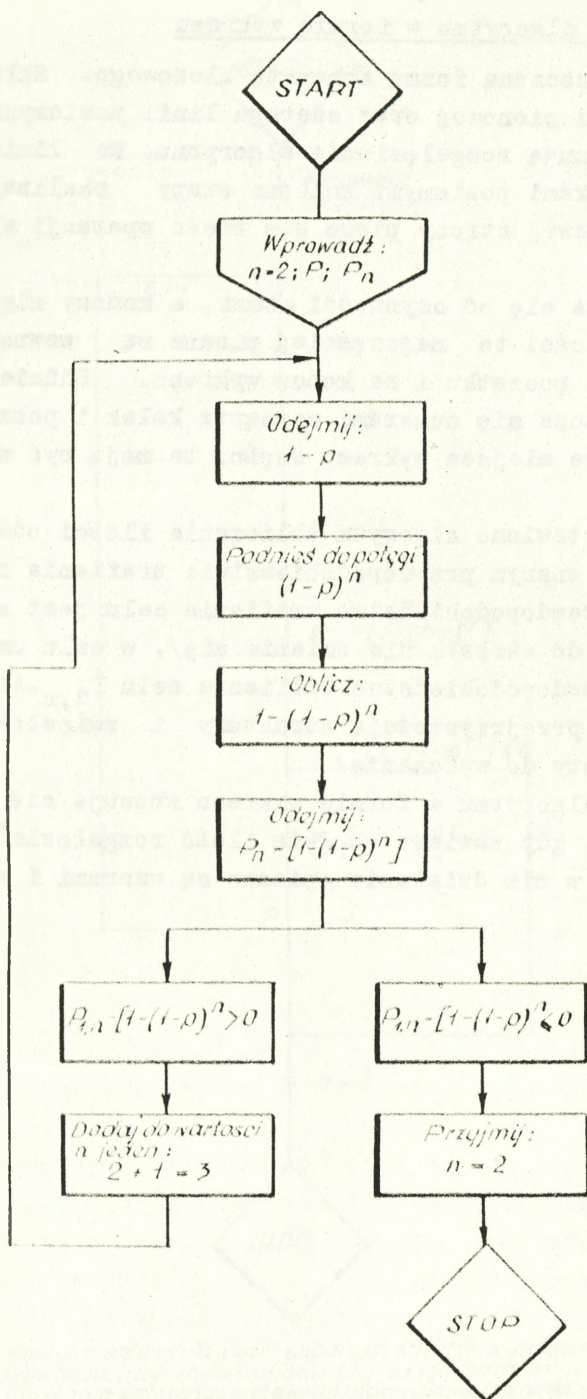
3.2.3. Przedstawienie algorytmu w formie schematu blokowego

Bardziej przejrzystą formą przedstawienia algorytmu jest schemat blokowy. Formę tę stosuje się najczęściej do przedstawienia algorytmów operacyjno-taktycznych.

Poszczególne etapy obliczeń przedstawia się w postaci figur geometrycznych. Różne kształty figur wyrażają poglądowo różnice w treści etapów i wskazują na charakter operacji elementarnych w każdym etapie. Do wnętrza figur wpisuje się treść czynności i wzory matematyczne lub warunki logiczne. W złożonych algorytmach niektóre bloki mogą zawierać czynności bardzo złożone, które z kolei rozkłada się na operacje elementarne i przedstawia w postaci załączników. Bloki stanowią logicznie zwarte części procesu obliczeń. Numeruje się je w kolejności działań oraz łączy liniami i strzałkami. W ten sposób powstaje schemat struktury algorytmu z jego wszystkimi połączeniami, rozgałęzieniami, cyklami itp. Do algorytmu może być dołączony typowy przykład wraz z komentarzem słownym, objaśniającym praktyczną stronę wykonywania poszczególnych operacji. W legendzie algorytmu podaje się objaśnienia użytych symboli i znaków umownych.

Zilustrujemy powyższą formę przedstawienia algorytmu na przykładzie podanym w punkcie 3.2.1. /wzór analityczny 7/.

Algorytm przedstawiony na rys. 1 jest równoważny algorytmom przedstawionym w punktach 3.2.1 i 3.2.2. Porównując ze sobą te algorytmy dochodzimy do wniosku, że są one równoważne pod względem treści, a różnią się jedynie formą. Algorytm podany w postaci schematu blokowego jest jednak bardziej przejrzysty, ponieważ obrazowo przedstawia kolejność i rodzaj wykonywanych czynności.



Rys. 1. Schemat blokowy algorytmu obliczenia ilości oddanych strzałów dla uzyskania założonego prawdopodobieństwa wykonania zadania.

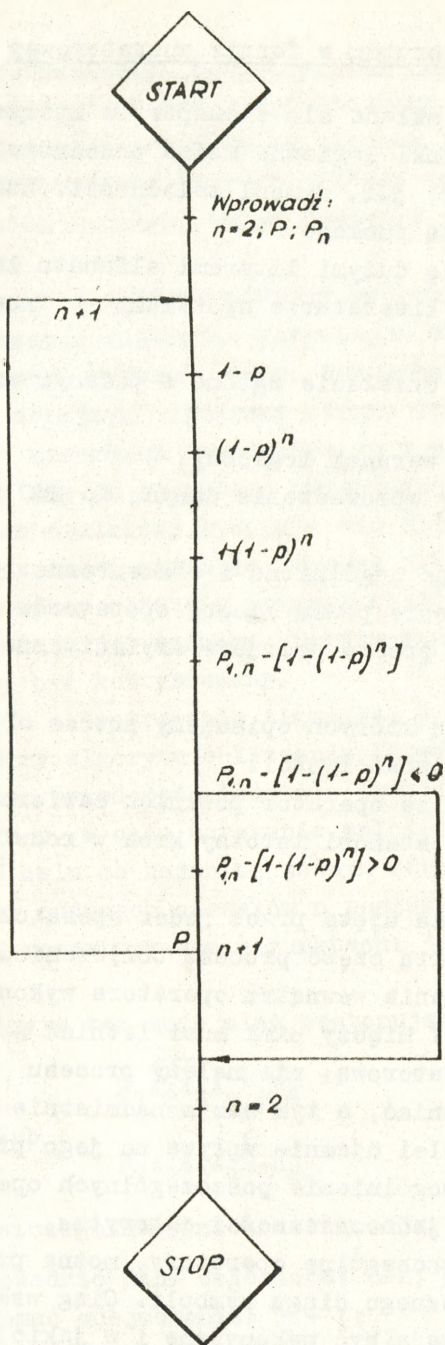
3.2.4. Przedstawienie algorytmu w formie wykresu

Wykres jest uproszczoną formą schematu blokowego. Składa się on z głównej linii pionowej oraz szeregu linii poziomych i pionowych, które obrazują rozgałęzienia algorytmu. Na liniach tych oznacza się kreskami poziomymi kolejne etapy realizacji algorytmu, a z ich prawej strony pisze się treść operacji elementarnych.

Wykres rozpoczyna się od czynności start, a kończy się na czynności stop. Czynności te najczęściej pisane są wewnątrz rombów i występują na początku i na końcu wykresu. Oddzielne części algorytmu oznacza się numerami wewnątrz kółek i pokazuje strzałkami, w które miejsca wykresu części te mają być włączone.

Na rys. 2 przedstawiono algorytm obliczania ilości oddanych strzałów n przy znanym prawdopodobieństwie trafienia celu jednym strzałem p /prawdopodobieństwo trafienia celu jest stałe, czyli od strzału do strzału nie zmienia się/, w celu uzyskania założonego prawdopodobieństwa trafienia celu $P_{1,n}$. Algorytm ten cechuje się przejrzystością struktury i zwięzłością zapisu oraz jest prosty do wykonania.

Przedstawienie algorytmu w formie wykresu stosuje się najczęściej w przypadku, gdy zawiera on dużą ilość rozgałęzień i cykli, a występujące w nim działania opisane są wzorami i warunkami logicznymi.



Rys. 2 Algorytm obliczania ilości oddanych strzałów n przy znanym prawdopodobieństwie trafienia celu jednym strzałem, w celu uzyskania założonego prawdopodobieństwa trafienia P_n , przedstawiony w formie wykresu.

3.2.5. Przedstawienie algorytmu w formie operatorowej

Proces obliczeniowy składa się z etapów, w których działania matematyczne i warunki logiczne można przedstawić za pomocą operatorów. Operator j.t. symbol zależności, której argumentami i wartościami są funkcje.

Operatory oznacza się dużymi literami alfabetu łacińskiego z indeksami u dołu. W literaturze spotykamy następujące operatory:

- A_1 - operator wyrażający działanie zgodne z podanym wzorem matematycznym;
- P_1 - operator wyrażający warunek logiczny;
- R_1 - operator oznaczający wprowadzenie danych do EMC i wypro-
wadzenie wyników.

Operatory dzielimy na uogólnione i elementarne. Operatory uogólnione zawierają w sobie pewną liczbę operatorów elementarnych, które oznaczają proste operacje arytmetyczne i logiczne.

Operatory, za pomocą których opisujemy proces obliczeniowy posiadają następujące właściwości:

- efektywność - oznacza, że operator powinien zawierać działania, których wykonanie stanowi istotny krok w rozwiązywaniu zadania;
- automiczność - działania ujęte przez jeden operator powinny stanowić logicznie zwartą część procesu obliczeniowego;
- uporządkowanie - działania wewnątrz operatora wykonywane są w określonym porządku i między nimi musi istnieć spójność.

Stosując formę operatorową, nie należy procesu obliczeń zbyt szczegółowo rozdrabniać, a tym samym nadmiernie rozbudowywać algorytmu, co z kolei ujemnie wpływa na jego przejrzystość. Również zbytne uogólnienie poszczególnych operacji może doprowadzić do braku jednoznaczności algorytmu.

Mając określone poszczególne operatory, można przedstawić algorytm w postaci logicznego ciągu symboli. Ciąg wskazuje jakiego rodzaju operacje mają być wykonywane i w jakiej kolejności.

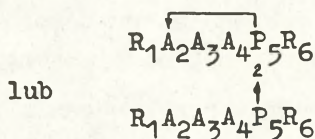
Obowiązują pewne ogólne zasady zapisywania algorytmów w postaci operatorowej. Najważniejszymi z nich są:

- operatory tworzące ciąg logiczny należy pisać na jednej linii, numerując je kolejnymi liczbami naturalnymi;
- jeżeli operator przedstawia warunek logiczny, to w przypadku nie spełnienia tego warunku należy pokazać strzałką lub innym znakiem umownym, który operator w kolejności ma być wykonywany;
- użyte znaki i symbole powinny być objaśnione.

Realizację algorytmu rozpoczyna się od operatora, który jest pierwszym wyrazem ciągu. Następnie wykonuje się operacje zgodnie z kolejnymi wyrazami ciągu. Jeżeli któryś z wyrazów ciągu jest warunkiem logicznym, to w przypadku jego spełnienia przechodzi się do operatora następnego, zaś w przypadku kiedy nie jest on spełniony wykonuje się działania z operatorem, do którego prowadzi strzałka. Proces obliczeniowy kończy się, gdy operator będący ostatnim wyrazem ciągu zostanie zrealizowany i nie ma w ciągu już żadnego operatora, zgodnie z którym proces ten mógłby być kontynuowany.

W celu zilustrowania algorytmu w formie operatorowej przedstawimy algorytm obliczania ilości oddanych strzałów n , przy znanym prawdopodobieństwie trafienia celu jednym strzałem równym p , w celu uzyskania założonego prawdopodobieństwa trafienia celu co najmniej jednym strzałem P_n . W celu obliczenia ilości oddanych strzałów n posłużymy się wzorem analitycznym /7/ rozpatrywanym w punktach: 3.2.1., 3.2.2., 3.2.3. i 3.2.4.

Algorytm ten może mieć następującą postać:



gdzie poszczególne symbole oznaczają:

R_1 - wprowadzić dane wejściowe: $n=2$; p i P_n ;

A_2 - wykonać odejmowanie: $1 - p$;

A_3 - podnieść do kwadratu: $(1 - p)^2$;

A_4 - wykonać odejmowanie: $1 - (1 - p)^2$;

P_5 - sprawdzić warunek: $P_n - [1 - (1 - p)^2] \leq 0$;

jeżeli nie jest spełniony to przyjąć wartość n powiększo-

ną o jeden ($n=3$) i przejść do A_2 zgodnie ze strzałką ;
 jeżeli jest on spełniony, to przyjąć $n=2$, która gwaran-
 tuje nam uzyskanie założonego prawdopodobieństwa tra-
 fienia celu co najmniej jednym strzałem $P_{1,n}$;

R_6 - wydrukować wynik.

Algorytm napisany w formie operatorowej jest równoważny
 algorytmom podanym poprzednio. Wyróżnia się zwięzłością zapisu.
 Ujemną jego stroną jest stosunkowo mała przejrzystość zapisu w
 porównaniu do schematu blokowego. Formę tę najczęściej stosuje
 się do przedstawienia algorytmów rozwiązywania zadań matematy-
 cznych.

3.3. Przykłady algorytmów zadań wojskowych

W punkcie tym zostaną podane przykłady zadań wojskowych
 wraz z algorytmami ich rozwiązania. Celem tych przykładów jest
 zilustrowanie procesu budowy algorytmów oraz różnych form ich
 przedstawienia.

Przykład 1. Ze składów M_1, M_2, \dots, M_k należy dostarczyć
 środki materiałowe do punktów zaopatrzenia /odbiorców, jedno-
 stek wojskowych/ P_1, P_2, \dots, P_l . Znane są zapasy m_1, m_2, \dots, m_k
 środków materiałowych w składach oraz zapotrzebowanie $p_1, p_2,$
 \dots, p_l odbiorców. Dana jest również macierz $C = [c_{ij}]$ kosz-
 tów oraz macierz $T = [t_{ij}]$ czasów przejazdu między składami i
 punktami dowozu. Ponadto znana jest górna granica czasu dowozu
 t_{max} /czas dyrektywny/.

Zadanie polega na znalezieniu takiego planu dowozu $X =$
 $= [x_{ij}]$ by łączny koszt przedsięwzięcia był możliwie najniższy
 przy jednoczesnym spełnieniu warunku nie przekroczenia górnej
 granicy czasu dowozu t_{max} .

Model matematyczny problemu transportowego z kryterium
 kosztów i ograniczeniem czasu dowozu będzie się składał z:
 - macierzy $[c_{ij}]$ i $[t_{ij}]$ oraz macierzy $[x_{ij}]$ zmiennych decyzyj-
 nych, które można przedstawić w formie jednej tablicy /lub w
 formie trzech tablic/;

P_j	P_1	P_2	...	P_j	...	P_l	m_1
M_1	$\frac{c_{11}, t_{11}}{x_{11}}$	$\frac{c_{12}, t_{12}}{x_{12}}$	...	$\frac{c_{1j}, t_{1j}}{x_{1j}}$	...	$\frac{c_{1l}, t_{1l}}{x_{1l}}$	m_1
M_2	$\frac{c_{21}, t_{21}}{x_{21}}$	$\frac{c_{22}, t_{22}}{x_{22}}$	...	$\frac{c_{2j}, t_{2j}}{x_{2j}}$	...	$\frac{c_{2l}, t_{2l}}{x_{2l}}$	m_2
...
M_i	$\frac{c_{i1}, t_{i1}}{x_{i1}}$	$\frac{c_{i2}, t_{i2}}{x_{i2}}$	...	$\frac{c_{ij}, t_{ij}}{x_{ij}}$	...	$\frac{c_{il}, t_{il}}{x_{il}}$	m_i
...
M_k	$\frac{c_{k1}, t_{k1}}{x_{k1}}$	$\frac{c_{k2}, t_{k2}}{x_{k2}}$	...	$\frac{c_{kj}, t_{kj}}{x_{kj}}$	...	$\frac{c_{kl}, t_{kl}}{x_{kl}}$	...
	P_1	P_2	...	P_j	...	P_l	-

- warunków ograniczających danych w postaci układu równań

$$\sum_{j=1}^l x_{1j} = m_i ; \quad i = 1, 2, \dots, k ;$$

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = P_j ; \quad j = 1, 2, \dots, l ;$$

przy czym: $\sum_{j=1}^l P_j = \sum_{i=1}^k m_i ;$

- funkcji kryterium :

$$C = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l c_{ij} x_{ij}$$

oraz górnej granicy czasu dowozu t_{\max} .

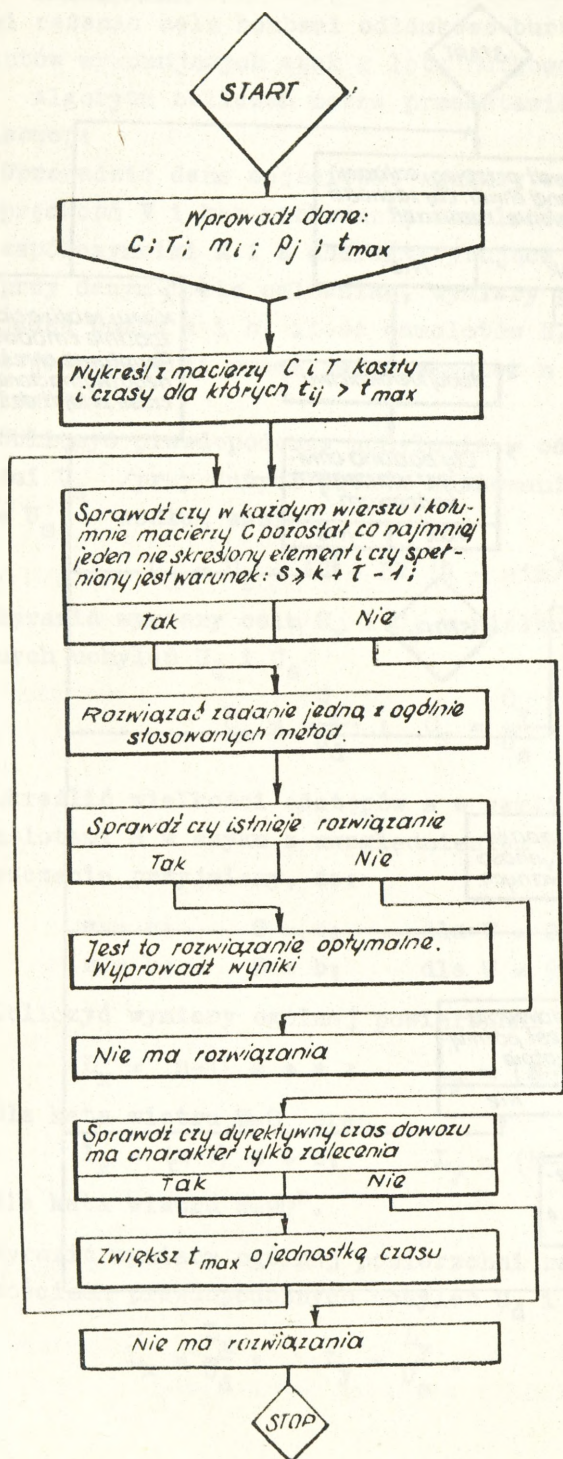
Rozwiązanie modelu sprowadza się do wyznaczenia wartości $x_{ij} > 0$, przy których koszt dowozu będzie możliwie najniższy, a całe przedsięwzięcie zrealizowane zostanie w czasie nie dłuższym niż t_{\max} .

Znalezienie rozwiązania optymalnego ułatwia następujący algorytm, który zostanie przedstawiony w formie opisowej i schematu blokowego.

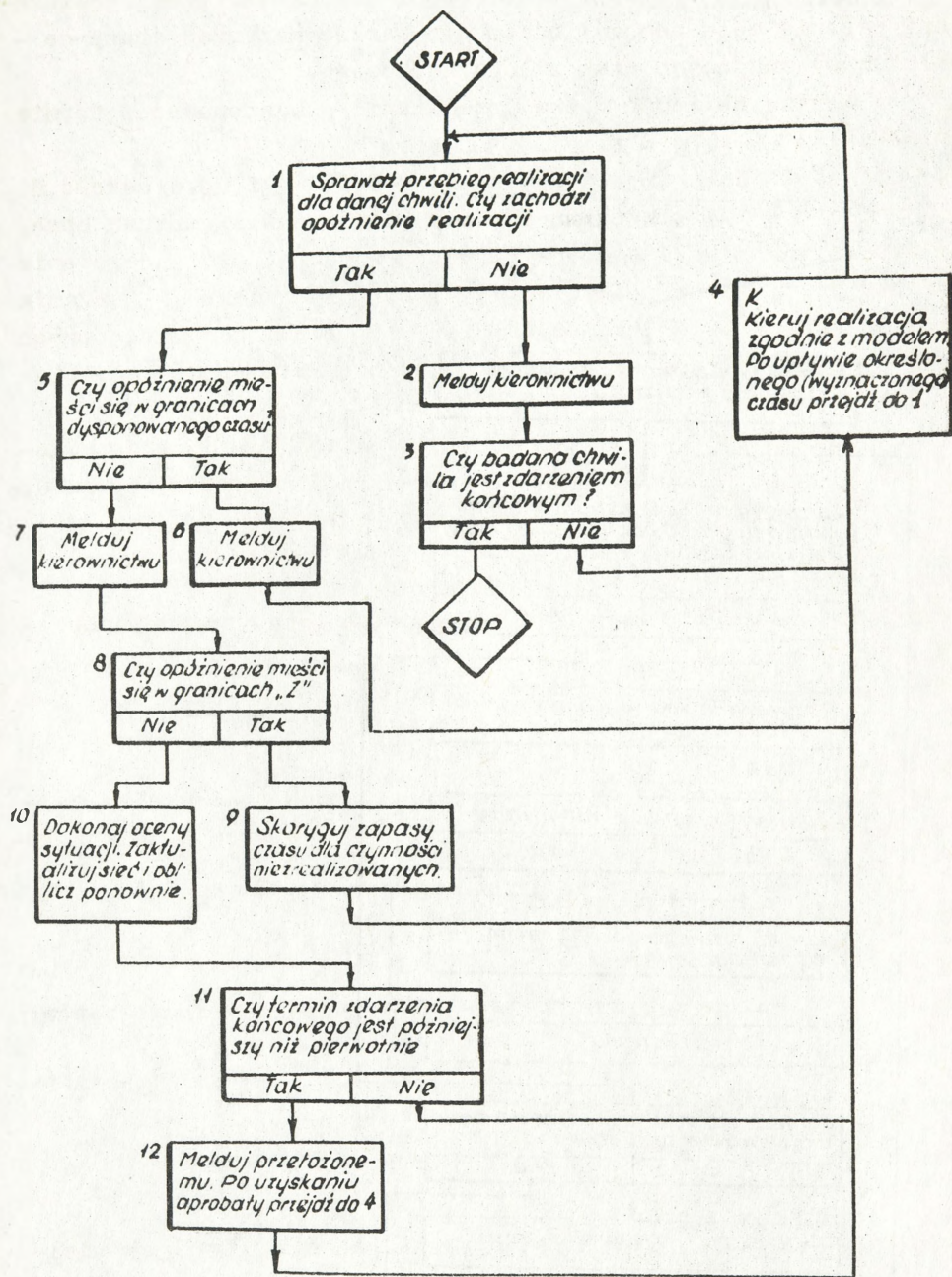
Opisowa forma algorytmu wyżej postawionego zadania

1. Wprowadzić dane wejściowe /macierze C i T, ilości środków materiałowych w składach m_i , zapotrzebowanie jednostek p_j , czas dyrektywny t_{\max} / i przejść do czynności 2.
2. Wykreślić z macierzy T czasy, które spełniają warunek: $t_{ij} > t_{\max}$ oraz z macierzy C koszty c_{ij} z tymi samymi wskaźnikami i przejść do czynności 3.
3. Sprawdzić czy w każdym wierszu i kolumnie macierzy C pozostał co najmniej jeden element nie skreślony przy czym jest spełniony dodatkowy warunek: $s \geq k + l - 1$; gdzie s-liczba elementów nie skreślonych w macierzach T i C. Jeżeli tak, to przejść do czynności 4, a jeżeli nie to przejść do czynności 6.
4. Rozwiązać zadanie transportowe ze względu na kryterium kosztów, przyjmując macierz C z wykreślonymi elementami, ilość środków materiałowych w składach m_i oraz zapotrzebowanie odbiorców p_j /zastosować oddzielny program/ i przejść do czynności 5.
5. Sprawdzić czy istnieje rozwiązanie. Jeżeli tak - wyprowadzić wynik /w formie macierzy X/ i przejść do czynności 7, jeżeli nie - dać odpowiedź: "NIE MA ROZWIĄZANIA" i przejść do czynności 7.
6. Sprawdzić, czy dyrektywny czas dowozu ma charakter tylko zalecenia. Jeżeli tak - zwiększyć t_{\max} o jedną jednostkę czasu i przejść do czynności 2, a jeżeli nie - dać odpowiedź: "NIE MA ROZWIĄZANIA" i przejść do czynności 7.
7. Koniec obliczeń.

Przedstawienie wyżej opisanego algorytmu w formie schematu blokowego.



Przykład 2. Algorytm kierowania realizacją przedsięwzięcia w oparciu o model sieciowy



Przykład 3. Obliczyć wartość oczekiwaną względnej powierzchni rażenia celu bombami odłamkowo-burzącymi przez grupę samolotów wykonujących atak z lotu nurkowego.

Algorytm obliczeń można przedstawić w następującej formie opisowej:

1. Wprowadzić dane wejściowe: wymiary celu C_x i C_y , wysokość H , prędkość V i kąt nurkowania samolotów w chwili zrzutu bomb, współczynniki A i B charakteryzujące dokładność celowania przy danym typie celownika, wymiary powierzchni rażenia jedną bombą a i b , ilość samolotów N , ilość bomb zrzuconych w jednej serii przez jeden samolot n oraz wartość kąta wiatru W .

2. Obliczyć prawdopodobne uchylenia w odległości U_d i szerokości U_s /przy dużych kątach nurkowania przyjmuje się, że $U_d = U_s$ według wzoru:

$$U_d = U_s = AH + BV (1 - \sin \lambda).$$

3. Wyrazić wymiary celu C_x i C_y w wielkościach prawdopodobnych uchyleń U_d i U_s

$$\bar{C}_x = \frac{C_x}{U_d}; \quad \bar{C}_y = \frac{C_y}{U_s}.$$

4. Określić wielkości odstępów s w serii bomb oraz między samolotami S w szyku z uwzględnieniem kąta wiatru W . Dla uproszczenia przyjmujemy, że:

$$\begin{array}{lll} s = a; & S = a; & \text{dla } W = 0 \\ s = b; & S = b; & \text{dla } W = 90^\circ. \end{array}$$

5. Obliczyć wymiary ogólnej powierzchni rażenia według wzorów:

$$L_x = (n-1) s + a; \quad L_y = (N-1) S + b$$

dla kąta wiatru $W=0$ oraz

$$L_x = (n-1) s + b; \quad L_y = (N-1) S + a$$

dla kąta wiatru $W=90^\circ$.

6. Wyrazić wymiary ogólnej powierzchni rażenia L_x i L_y w wielkościach prawdopodobnych uchyleń U_d i U_s .

$$\bar{L}_x = \frac{L_x}{U_d}; \quad \bar{L}_y = \frac{L_y}{U_s}.$$

7. Na podstawie wielkości $\bar{C}_x, \bar{C}_y, \bar{L}_x, \bar{L}_y$ określić z tabel wartości współczynników K_x i K_y :

$$K_x = F(\bar{L}_x, \bar{L}_y); \quad K_y = F(\bar{L}_y, \bar{C}_y) .$$

8. Obliczyć wartość oczekiwaną względnej powierzchni rażenia celu według wzoru:

$$E = K_x \frac{\bar{L}_x}{\bar{C}_x} \cdot K_y \frac{\bar{L}_y}{\bar{C}_y} .$$

Algorytm ten można bardzo łatwo przedstawić w formie schematu blokowego /rys. 3/.

3.4. Zasady opracowania programów na EMC

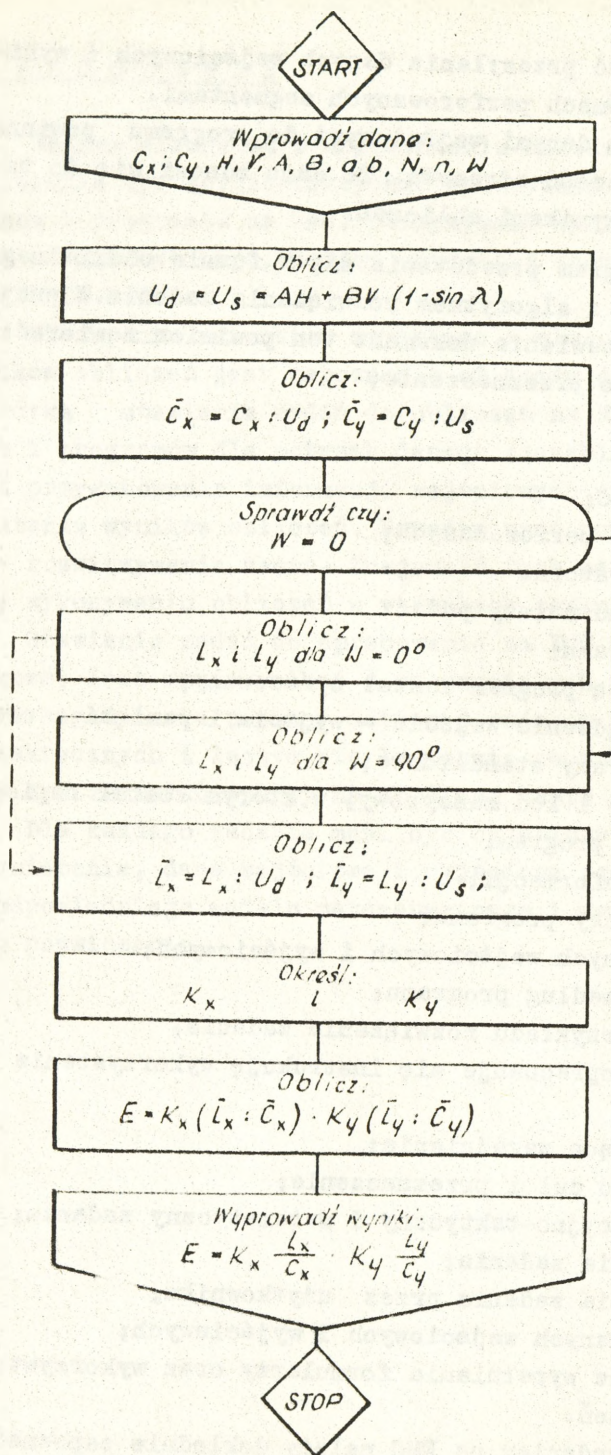
Opracowanie programu na EMC polega na przetłumaczeniu algorytmu rozwiązania zadania na określony ciąg rozkazów maszyny - nowych, zapewniających automatyczne obliczenie tego zadania.

Jeżeli algorytm obejmuje dokładnie wszystkie działania matematyczne i logiczne to stanowi podstawę do napisania programu na EMC.

Program na EMC powinien być napisany w jednym ze standardowych języków, zgodnie z przyjętymi wymaganiami w tym zakresie.

Programy zadań operacyjno-taktycznych powinny być przy - stosowane do systemów transmisji i przetwarzania danych organizowanych dla potrzeb ćwiczeń w terenie. W związku z tym należy je opracowywać według następujących ogólnych zasad:

- a/ W programie przewidzieć kontrolę danych wejściowych w celu sygnalizowania ewentualnych błędów.
- b/ W programie uwzględnić pełne, pośrednie i skrótowe wersje obliczeń z możliwościami ich wyprowadzania na:
 - szeroką drukarkę;
 - taśmę perforowaną.
- c/ Wyniki obliczeń powinny być zwarte i charakteryzować się ekonomicznym wykorzystaniem znaków alfanumerycznych.
- d/ Przewidzieć możliwość przekazywania danych wejściowych i wyników obliczeń tylko w postaci grup cyfr bez górnych i bocznych nazw rubryk. Dane te nakleja się na standardowe formularze, które powinny zawierać pełny opis.



Rys 3 Algorytm obliczania wartości oczekiwanej
względnej powierzchni rozżenia celu

- e/ Uwzględnić możliwość przesyłania danych wejściowych i wyników obliczeń na taśmach perforowanych segmentami.
- f/ Taśma perforowana z danymi wejściowymi do programu powinna mieć na początku część adresową. To samo odnosi się do taśmy perforowanej z wynikami obliczeń.

Opracowany program przedstawia się w formie oddzielnego dokumentu lub łącznie z algorytmem rozwiązania zadania. W przypadku łącznego przedstawienia dokument ten powinien zawierać:

- nazwę zadania i jego przeznaczenie;
- istotę zadania;
- algorytm zadania;
- opis programu na EMC;
- komplet taśm /kart/ perforowanych;
- instrukcję dla operatora.

W opisie programu należy podać:

- przeznaczenie programu;
- rodzaj EMC, na którą program został opracowany;
- wykorzystywane urządzenia wejścia - wyjścia i pamięci oraz translatory i programy standardowe;
- język algorytmiczny i kod maszynowy, w którym został napisany i wyperforowany program;
- rodzaje nośników informacji;
- krótki opis struktury programu;
- charakterystykę danych wejściowych i wyjściowych;
- przebieg obliczeń według programu;
- opis kontrolnego przykładu rozwiązania zadania.

Na zakończenie opracowuje się instrukcję wykorzystania zadania.

Zawiera ona następujące zagadnienia:

- nazwę zadania, jego cel i przeznaczenie;
- zwięzły opis operacyjno-taktyczny i matematyczny zadania;
- przykład rozwiązania zadania;
- zasady wykorzystania zadania przez użytkownika;
- wzory formularzy danych wejściowych i wyjściowych;
- wskazówki dotyczące wypełniania formularzy oraz wykorzystania wyników obliczeń.

Z opracowanym zadaniem na EMC należy dokładnie zapoznać jego użytkowników. Zapoznanie powinno być połączone z praktycznym pokazem rozwiązania zadania na EMC.

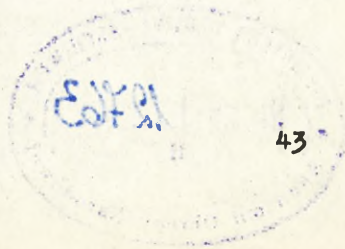
Z A K O Ń C Z E N I E

Ważnym elementem w usprawnieniu dowodzenia wojskami są obliczenia operacyjno-taktyczne wykonywane na podstawie algorytmów i programów na EMC. Otrzymywane wyniki pomagają obiektywnie ocenić sytuację, podjąć optymalną decyzję oraz planować działania bojowe.

Niezbędnym warunkiem szybkiego i właściwego wykorzystania wyników obliczeń jest zapoznanie oficerów dowództwa i sztabu z metodyką stawiania zadań do obliczeń na EMC, treścią algorytmów i programów dla potrzeb danego szczebla dowodzenia, zasadami przygotowania informacji wejściowych oraz sposobem wykorzystania wyników obliczeń. Ponadto znać muszą uproszczone metody rozwiązywania zadań. Znajomość tych metod jest konieczna przy wykonywaniu obliczeń w warunkach ograniczonego czasu.

Stawianie zadań do opracowania na EMC nie może być przypadkowe, lecz musi wynikać z rzeczywistych potrzeb sztabu. Wybrane zagadnienia powinny dotyczyć ważnych problemów operacyjno-taktycznych i łączyć się logicznie ze sobą, tworząc jednolity system zadań oparty na wspólnej bazie danych.

Dla każdego zadania musi być określony cel, założenia, ograniczenia, dane wejściowe i wyjściowe zgodnie z wymaganiami odpowiedniego modelu matematycznego i wymaganiami algorytmu jego rozwiązania.



LITERATURA:

1. Cz. GOZDECKI - Wybrane zagadnienia algorytmizacji zadań operacyjno-taktycznych.
Wyd. Sztabu Gen. Zeszyt 15/35/, Warszawa 1971.
2. Opracowanie zbiorowe: - Opracowanie algorytmów operacyjno-taktycznych - niezbędna praca wstępna do zastosowania elektronicznej techniki obliczeniowej.
Tłumaczenie z niemieckiego. Wyd. ASG, 1967.
3. Opracowanie zbiorowe: - Wybrane metody optymalizacji decyzji, MON, Warszawa 1969.
4. A.L. LIFSZYC - Kibernetyka w wojenno-morskiej flocie .
Izdawstwo Ministerstwa Obrony.
SSSR Moskwa 1964.
5. J. NOWAKOWSKI - Wybrane zagadnienia cybernetyki ogólnej i wojskowej.
Wyd. Sztabu Gen. Warszawa 1971.
6. B.A. TRACHTENBROT - Algorytmy i automatyczne rozwiązywanie zadań. PWN, Warszawa 1961.
7. S. WALIGÓRSKI - Elementy teorii algorytmów.
Skrypt ASG, 1969.

Wyk. w 150 egz.

Egz. nr 1-5-autor
Egz. nr 6-150-bibl.jawna
Wyk. ppłk JARON
Druk JD, dn. 5.4.1972 r.
nr ks. 468/835/WW.
Kor. HS

Druk ASG-OXV-5418

Zam. 2031 dn. 14-20.4.72 r.

