



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Świerczewskiego

JAWNE

Egz. Nr 3

płk dypl. Jerzy SKIBIŃSKI

TEORIA PRZEWAGI SIŁ ZBROJNYCH

ZARYS METODOLOGII WYZNACZANIA EFEKTYWNOŚCI WYSIŁKU WOJSK

Rozprawa doktorska



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIA
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

131351

BERBERTOW

STYCZEN

1963



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

JAWNE

~~XXXXXXXXXX~~
Egz. Nr 3

płk dypl. Jerzy SKIBIŃSKI

TEORIA PRZEWAGI SIŁ ZBROJNYCH
ZARYS METODOLOGII WYZNACZANIA EFEKTYWNOŚCI
WYSIŁKU WOJSK
Rozprawa doktorska



ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOŁY
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Świerczewskiego

131351

WARSZAWA

STYCZEN

1963

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im.gen.broni K.Swierczewskiego

-1- - - - -

Prot. prot. 12357

~~XXXXXXXXXX~~
egz.nr.....2

Płk dypl. Jerzy SKIBINSKI

TEORIA PRZEWAGI SIŁ ZBROJNYCH

Zarys metodologii wyznaczania efektywności wysiłku wojsk.

ROZPRAWA DOKTORSKA



Pod kierownictwem naukowym

płk dypl.prof.E.PERKOWICZA

REMBERTOW

listopad

1962 r.

ARCHIWUM
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Swierczewskiego
12357

SPIS TRESCI

1.	WSTEP .....	.....
2.	WPROWADZENIA DO TEORII PRZEWAGI SIŁ ZBROJNYCH	
3.	PRZELMIOT, CEL I METODY BADAN .....	.....
2.1.	Istota przewagi. Pojęcie podstawowe.....	.....
2.1.1.	Założenia wstępne .....	.....
2.2.	Wysunięcie problemu określania wartości przewagi sił zbrojnych .....	.....
2.3.	Potencjał militarny .....	.....
2.3.1.	Przedmiot i zakres badań .....	.....
2.3.2.	Potencjały: ludzki i rzeczowy sił zbrojnych ....	.....
2.4.	Stopień przewagi czynników materialnych .....	.....
2.5.	Podstawowe założenia metodologiczne .....	.....
2.6.	Założenia metodologiczne do określania wartości potencjału militarnego .....	.....
3.	PODSTAWY EFEKTYWNOŚCI DZIAŁAŃ WSCIOŁZALEŻNYCH	
3.1.	Istota teorii efektywności .....	.....
3.2.	Charakter kompleksowej analizy działań .....	.....
3.2.1.	Problem mierzenia efektywności .....	.....
3.3.	Podstawowe elementy rachunku optymalizacji .....	.....
3.3.1.	Funkcja celu działania wyznacza wynik działania.	
3.3.2.	Warunki optymalizacji programu .....	.....
3.3.3.	Funkcja efektywności układu .....	.....
3.3.4.	Zmienność funkcji celu działania w zależności od czasu .....	.....
3.4.	Przykłady zastosowania zasad analizy i rachunku optymalizacji .....	.....
4.	KOMPLEKSOWA ANALIZA EFEKTYWNOŚCI UKŁADÓW W UJECIU STATYCZNYM .....	.....
4.1.	Wprowadzenie .....	.....
4.2.	Ogólna charakterystyka statycznego modelu opty- malizacji efektywności sił zbrojnych.....	.....
4.2.1.	Założenia podstawowe .....	.....
4.2.2.	Sformułowanie modelu optymalizacji .....	.....
4.2.3.	Wnioski ogólne .....	.....
4.3.	Ogólne kryterium optymalizacji statycznej .....	.....
4.3.1.	Wprowadzenie .....	.....

4.3.2.	Efektywność krytyczna
4.3.3.	Kryterium optymalizacji układu
4.3.4.	Kryteria efektywności a planowanie
4.3.5.	Wnioski końcowe
5.	SYSTEM ANALIZY EFEKTYWNOCI W UJĘCIU DYNAMICZNYM.
5.1.	Założenia wstępne
5.2.	Niektóre problemy syntezy efektywności dynamicznej
5.2.1.	Charakterystyka problemów
5.2.2.	Czas jako czynnik warunkujący zmienność efektywności układów
5.2.3.	Podstawowa forma uogólnionego wzoru efektywności dynamicznej
5.3.	Ogólne kryterium optymalizacji efektywności układu w ujęciu dynamicznym
5.3.1.	Wpływ różnych okresów żywotności układów na ich wydajność
5.3.2.	Wpływ różnych okresów żywotności układów na ogólne straty ich efektywności
5.3.3.	Wpływ zmienności w czasie strat efektywności na wielkość E
5.3.4.	Efektywność rozwoju układów w ujęciu czasowym wielostadialnym
5.4.	Wnioski końcowe
6.	PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA RACHUNKU OPTYMALIZACJI DO WYZNACZANIA EFEKTYWNOŚCI
6.1.	Efektywność optymalna użycia wojsk w działaniach obronnych /zaczepnych/
6.2.	Efektywność rozwinięcia środków obrony powietrznej
6.3.	Ocena efektywności struktury organizacyjnej
6.4.	Efektywność transportu lotniczego
7.	UOGOLNIENIE, WNIOSKI KONCOWE I ZARYS PROGRAMU BADAN W ZAKRESIE TEORII EFEKTYWNOCI DLA POTRZEB WOJSKA
	BIBLIOGRAFIA
	PRZYPISY.
	ZESTAWIENIE WAŻNIEJSZYCH DEFINICJI
	ZAŁĄCZNIKI

1. W S T E P

Praca niniejsza stanowi próbę ogólnego sformułowania teorii przewagi sił zbrojnych /przewagi militarnej/ w świetle współczesnych, radykalnych zmian w technice wojennej, kształtujących zarówno warunki tworzenia sił zbrojnych jak i charakter ich działań w wojnie. Tytuł pracy może po części sugerować czytelnikowi, że znajdzie w niej zwięzłą teorię mechanizmu kształtującego treść i formę przewagi, tej podstawowej prawidłowości, decydującej o przebiegu /wyniku/ każdej walki zbrojnej. Tego jednak w podjętej pracy oczekiwać nie można, choćby dlatego, że nie została jeszcze dotychczas wykształcona pełna teoria walki zbrojnej w warunkach wojny raketowo-jądrowej. Wydaje się, że prace badawcze nad charakterem wojny współczesnej i poszczególnymi jej aspektami /a w tym i nad teorią przewagi/ należy prowadzić równoległe, bowiem istnieje niebezpieczeństwo, że oczekiwanie na wyniki bardziej ogólne może wpłynąć niekorzystnie na całość kształt rozwoju badań. Stąd też w przedstawionej pracy chodzi jedynie o to, aby na tle ogólnego sformułowania teorii przewagi sił zbrojnych wytyczyć kierunki dalszych badań, których wyniki /jeżeli byłyby pozytywne/ zapewniłyby odpowiednie kwantum syntetycznych sformułowań wycinkowych.

Przewaga, jako kompleks czynników i warunków składających się na ogólne pojęcie wyższości, jest pojęciem bardzo szerokim, łączy bowiem w sobie niemal wszystkie aspekty racjonalnego działania. Ograniczanie jej do sił zbrojnych zawęża w pewnym stopniu, ilość i zakres czynników i warunków składających się na treść tego pojęcia, jednak mimo to rozpatrzenie ich w jednej pracy jest raczej niemożliwe. Stąd też autor zdecydował się na dokonanie generalnego podziału czynników przewagi na dwie strony: stronę rzeczową /materiałną i ludzką/ nazywaną w pracy stroną ilościową oraz - duchową /w sensie najogólniejszym/ określoną jako stronę jakościową przewagi. Podstawowe kryteria tego podziału wyznaczają współczesne możliwości pomiaru czynników przewagi i charakteryzowania ich w postaci symboli logicznych /głównie matematycznych/.

Przedmiotem rozważań jest problem wyznaczania rzeczowych /materiałnych i ludzkich/ form wyższości własnych sił zbrojnych nad siłami przeciwnika. Pominięto niemal, a właściwie potraktowano drugorzędnie, duchową /moralną/ stronę przewagi i jej wpływ

na rozwój i wartość nominalną strony rzeczowej. Oderwanie to nie wynika z niedoceniań przez autora znaczenia walorów duchowych wojsk, lecz jest wynikiem założenia ogólniejszego, określanego czasem - ceteris paribus.

Podstawowym celem rozważań jest dążenie do sformułowania metody, która pozwoliłaby rozwiązywać sprzeczności występujące obecnie coraz ostrzej, między nieograniczonym zasięgiem niszczącego działania współczesnych środków ogniowych, a ograniczonymi możliwościami sił zbrojnych w zakresie zdobycia, utrzymania i podwyższenia swej wyższości nad przeciwnikiem od strony ilościowej.

Ideą zasadniczą, przyświecającą zarówno założeniom wstępnym jak i bardziej szczegółowym rozważaniom, jest poszukiwanie nowych dróg dla wyznaczania wartości optymalnych w zakresie organizacji, wyposażenia i działania sił zbrojnych, tak w ujęciu statycznym jak i dynamicznym. Autor wyszedł bowiem z założenia, że w świetle radykalnych przemian zachodzących we wszelkich dziedzinach racjonalnego działania zespołowego, rzutu-
tujących również i na siły zbrojne, nie można stosować konwen-
cjonalnych metod oceny ich wartości, być może jeszcze do ^{pewnego} stop-
nia skutecznych w czasie drugiej wojny światowej, lecz przesta-
rzałych dla warunków wojny rakietowo-jądrowej. Sprowadzanie
oceny wartości sił do porównywania ilości jednostek organi-
zacyjnych obu stron /przy założeniu ich równoważności/ jest
w nowych warunkach, jak można sądzić, nie do przyjęcia.

Wojskowa literatura współczesna obu bloków podkreśla za-
sadnicze różnice jakie mogą cechować charakter przyszłej
wojny w porównaniu z wszystkimi poprzednimi, przy czym w
ogólnym zarysie hipotezy te pokrywają się. Ograniczoność
zasobów materiałowych i ludzkich nakazują wysunąć na pierwszy
plan postulat ekonomizacji wysiłków państwa /koalicji/.

Metody sterowania siłami zbrojnymi mogą zaliczyć na powodzenie
tylko pod warunkiem uwzględniania ścisłej optymalizacji działań
w ujęciu kompleksowym /organizacja, planowanie i realizacja/.
Zewnętrznym wyrazem optymalizacji jest efektywność.

Tradycyjną treść ilościowej strony przewagi powinna "zastąpić"
nowa: przewaga efektywności własnych sił zbrojnych nad siłami
przeciwnika. Stąd też autor stosuje pojęcie teorii efektywności

jako nowy odpowiednik tradycyjnej metody określania stopnia przewagi ilościowej.

Postulat ekonomizacji /optymalizacji/ działań stał się już w pierwszej wojnie światowej argumentem głównym choć niedocenianym, lecz kształtującym proces rozwoju sił zbrojnych. W okresie międzywojennym, a zwłaszcza w drugiej wojnie światowej zadecydował on o wartości sił zbrojnych obu stron. Jaskrawym obrazem uwzględniania lub niedoceniania tego postulatu w polityce rozwoju sił zbrojnych /lub błędy w zakresie jego sformułowania/ były wszystkie pierwsze kampanie państw walczących z hitlerowskimi Niemcami. Coraz rzadziej można było liczyć na powodzenie opierając swe kalkulacje na tradycyjnych wskaźnikach przewagi w postaci szeregu stosunków: ilości dywizji, dział, czołgów, samolotów itp.; natomiast częściej powodzenie zależało od stosowania lepszych metod w zakresie kompleksowej analizy czynników istotnych dla danego działania; innymi słowy powodzenie zależało od decyzji uwzględniającej ocenę optymalnej efektywności środków przewidywanych do przeprowadzenia działań współzależnych dla osiągnięcia zamierzonego celu. Lepsza znajomość teorii potencjału ekonomiczno-wojennego i konsekwentna realizacja tej teorii w praktyce decydowały nie tylko o wynikach działań w skali strategicznej, lecz i operacyjnej, a ponadto rzutowały na stan potencjału gospodarczego państwa po zakończeniu wojny. Stąd wskaźnikiem potencjału ekonomiczno-wojennego, lub w węższym zakresie - militarnego, stała się wartość efektywności sił zbrojnych w zamierzonych działaniach: efektywność statyczna lub dynamiczna, względna lub bezwzględna. Wartość przewagi wyznaczał stosunek odpowiednich wskaźników efektywności własnych sił zbrojnych do sił przeciwnika.

Współcześnie znane środki rażenia zakładają, że ich użycie w przyszłej wojnie musi łączyć się z niezwykle oszczędnym gospodarowaniem zasobami materiałowymi i ludzkimi. Wydaje się, że nie można już dążyć do przewagi "za wszelką cenę". We współczesnych warunkach należy tę "ocenę" możliwie dokładnie obliczyć oraz ustalić górną granicę efektywności wysiłku gospodarczo-wojennego w stosunku do przewidywanej wartości sił potencjalnego przeciwnika.

Powyższa teza, jak zresztą i szereg innych, wynikających z hipotetycznych założeń dotyczących charakteru przyszłej wojny, może być traktowana tylko jako jedno z założeń wyjściowych, jako doraźny /roboczy/ aksjomat, gdyż w okresie pokojowym nie można jej bezpośrednio zweryfikować.

Zgodnie z założeniem praca ma charakter hipotetyczny i problemowy, gdyż tylko poprzez próby syntezy zjawisk i procesów można dojść do sformułowań perspektywicznych. Za takim założeniem przemawia również konieczność opracowania /równoległe/ ważniejszych ujęć metodologicznych badanego przedmiotu. Stąd też w problematyce metodologii teorii przewagi /ściślejszej teorii efektywności/ poświęcono więcej miejsca, niżby tego wymagało opracowanie oparte na zbiorze gotowych metod.

Budowę każdej teorii można podejmować przy pomocy jednej z dwóch zasadniczych metod. Pierwsza - polega na tym, aby w oparciu o istniejące wyniki badań danego przedmiotu, wybrać i zbadać nowe problemy, aby w ten sposób stworzyć przesłanki do późniejszych uogólnień. Jest to typowa metoda indukcyjna, budowania zrębów całości w oparciu o znajomość luźnych często fragmentów. Drugą - metodę - dedukcyjną - określa uogólniony charakter założeń wyjściowych właściwych dla danego problemu oraz wynikające z nich sformułowania podstawowe, z których wyznacza się do badań problemu zasadnicze i niezbędne dla dostatecznego poznania obrazu całości. Metoda ta ma tę przewagę nad indukcyjną ponieważ pozwala badaczowi, naszkicowany obraz całości, rozłożyć na części, w sposób możliwie oszczędny: na tle całości widać bowiem wyraźnie wagę i kolejność ważności problemów szczegółowych. Z tego względu w niniejszej pracy zastosowaną tę drugą metodę.

Zewnętrznym wyrazem tej metody jest oparcie się na założeniach podstawowych prakseologii. Reguły racjonalnego działania wymagały z kolei zastosowania ogólnych zasad wnioskowania matematycznego, a przede wszystkim niektórych ujęć z zakresu teorii modeli i programowania /liniowego, nielinowego i dynamicznego/, teorii macierzy itp.

Formalnie rzecz biorąc aparat matematyczny nie jest jedynym, który pozwala przeprowadzić analizę logiczną zjawisk i procesów stanowiących treść pracy. Niewątpliwie,

szereg wysuniętych twierdzeń można by rozpatrywać, posługując się aparatem logiki formalnej, a więc, w zasadzie, nadając analizie i wnioskowi formę werbalną. Podejmowane próby wykazały jednak, że ten sposób przedstawiania materiału spowodował by niepomiaralny wzrost objętości pracy, co mogłoby odbić się niekorzystnie na jasności i ścisłości wielu sformułowań. Istnieje bowiem znaczna ilość problemów, w których elementy składowe o charakterze wymiernym przeważają nad niewymiernymi /np. uwzględnione w pracy: teoria programu statycznego lub dynamicznego, efektywność oceny nakładów, efektywność optymalizacji programowania itp./ to też wydaje się, że nawet z punktu widzenia postępu nauki byłoby niecelowym zastępowanie stosunkowo prostych i ścisłych sformułowań w postaci symboli matematycznych - werbalnymi, wymagającymi od czytającego zbyt poważnego wysiłku umysłu i czasu w stosunku do istotnej roli i znaczenia danego sformułowania /symbolu/ w całości rozpatrywanej problematyki. Konieczność takiego ujęcia narzucił charakter czynników ilościowych rozpatrywanych w pracy. Ujęcie to nie neguje jednak konieczności zachowania krytycznego stosunku do uzyskanych wyników. Wymaga tego ograniczony zakres stosowalności aparatu matematycznego oraz szeregu obiektywnych trudności wyznaczania granic mierzalności czynników ilościowych.

Z uwagi na hipotetyczny charakter pracy, najlepiej jest uważać stosowaną metodę jako proces wyprowadzania wniosków ze szczególnego zbioru niesprzecznych aksjomatów. Dowód polega na wyprowadzeniu wniosków z aksjomatów, a nie na ustaleniu słuszności teorii.

Teoria rachunku optymalizacji, którą wykorzystano, ma pewną bardzo istotną cechę. Nie chodzi w niej o zbadanie prawidłowości występujących w działaniach wojennych różnych jednostek, mających najczęściej charakter prawidłowości stochastycznych. Jest to teoria normatywna, stawiająca sobie za cel wyprowadzenie metod rachunku wynikających z zasady racjonalności działania. /Nie wyklucza to oczywiście badań nad faktycznym kształtowaniem się przesłanek podejmowania decyzji w wojsku, zwłaszcza w sztuce wojennej/. Cechą tego rodzaju teorii jest to, że może być ona wyprowadzona z zasady racjonalności w sposób dedukcyjny. Nie jest przy tym rzeczą konieczną, aby posługiwać się jednym

najogólniejszym sformułowaniem zasady racjonalności /jak to przedstawiono w rozdziale 3./ . Zasada ta może być modyfikowana, ograniczona itp./ jak to wskazano w rozdziale 4., i 6/, co nie przeszkadza dedukcyjnemu formułowaniu wniosków.

Powyższe ujęcie metodologiczne wpłynęło po części na strukturę pracy: Rozdział 2 zawiera, jak można sądzić, podstawowe założenia wyjściowe oraz uzasadnia konieczność poszukiwania nowych metod pomiaru efektywności sił zbrojnych. Rozdział 3 stanowi podbudowę generalną dla proponowanego ujęcia teorii efektywności sił zbrojnych oraz określa współczesny zakres możliwości pomiaru wartości sił zbrojnych. Rozdziały 4 i 5 dotyczą zasad stosowalności rachunku optymalizacji do badań efektywności układów /systemów/ statycznych /4/ i dynamicznych /5/ ze szczególnym uwzględnieniem wyznaczania ogólnego kryterium optymalizacji efektywności. Rozdział 6, posiada znaczenie praktyczne: ilustruje proponowaną metodę rachunku optymalizacji na kilku prostych przykładach. W podsumowaniu /rozd.7/ autor wysuwa m.in. projekt programu dalszych badań w zakresie rozwinięcia teorii efektywności dla potrzeb sił zbrojnych.

x

x

x

Autor zdaje sobie całkowicie sprawę, że w obecnym, początkowym stadium rozwoju ogólnej teorii efektywności /w najszerszym ujęciu/ i uzyskiwanych na tej podstawie wyników dla działalności praktycznej wojsk, nie można jeszcze podjąć się dokonania pełniejszych ocen i uogólnień wynikających z proponowanych metod analizy efektywności. Ograniczenie niniejszego opracowania do krytyki stanu obecnego, bez próby jednoznacznego przedstawienia pozytywnych propozycji dotyczących ogólnych zasad budowy konstrukcji całościowego systemu analizy efektywności, byłoby rozwiązaniem połowicznym. Dlatego też usiłujemy, aby w oparciu o krytykę dotychczasowych metod zaproponować jednocześnie wprowadzenie ogólnego syntetycznego modelu optymalizacji obejmującej stan, strukturę i sposoby użycia sił zbrojnych zarówno w określonych warunkach ich rozwoju w okresie pokojowym, jak i w początkowym okresie wojny.

Podobnie jak wszelkie rachunki efektywności /np. ekonomicznej, technicznej itp/, tak i zastosowanie postulowanych tu zasad budowy planu działania sił zbrojnych nie prowadzi automatycznie do jednoznacznych decyzji. Istnieje bowiem zawsze szereg elementów, które nie mogą być jeszcze ujęte w ramy ścisłego rachunku. Dlatego analiza efektywności sił zbrojnych, dając prawidłowe kryteria oceny realnie istniejących wariantów rozwiązania - stwarza tylko wymierne i obiektywne przesłanki do podejmowania świadomych decyzji.

2. WPROWADZENIE DO TEORII PRZEWAGI SIŁ ZBROJNYCH, PRZEDMIOT,
CEL I METODY BADAN.

2.1. Istota przewagi. Pojęcia podstawowe.

Podstawę naszych założeń kształtuje ogólna teoria racjonalnego działania /prakseologia/, a w szczególności jej część dotycząca ogólnej teorii walki.^{1/} W tym ujęciu pojęcie przewagi obejmuje wielopostaciowość form wyższości w stosunku do przeciwnika /w najszerszym znaczeniu/ [1], jest podstawowym elementem każdej walki /starcia^{2/}/. Przebieg i wynik walki /starcia dwóch stron realizujących jednocześnie i czynnie swe sprzeczne cele/ określa ten kto uzyskał nad przeciwnikiem wyższość w zakresie siły fizycznej /psychicznej, intelektualnej/ oraz środków i sposobów działania. Wynik walki wyraża funkcja efektywności użycia siły.

O wyniku każdego działania w sensie walki decyduje strona dysponująca wyższą efektywnością sił i środków. Jest to obiektywna prawidłowość od której na ziemi nie ma wyjątków.^{3/} Jest to jeden z aksjomatów rozwoju biologicznego i społecznego.

Kierunki rozwoju społeczeństw /w ujęciu historycznym/ określają wielopostaciowość kształtowania się form przewagi, jednak niezmiennym i decydującym czynnikiem nadal pozostaje większa masa środków działania i efektywności ich użycia w konkretnych warunkach czasu i miejsca.

1/ T. Kotarbiński: Z zagadnień ogólnej teorii walki.
Wybór Pism, t.1. Wyd. PWN, Warszawa 1957; s.547 - 622.

2/ Tamże, s.608.: "Starcie ... nacisk bezpośredni lub pośredni, który wywierają jednocześnie obaj przeciwnicy na wspólny obiekt dla przekształcenia go lub przesunięcia w niezgodnych kierunkach".

3/ Gdyby takie wyjątki zachodziły, należało by zrewidować niemal całą naszą wiedzę o świecie /np. prawa fizyki, matematyki itd/, aby ustalić ich źródła. Zakładamy bowiem, że nie istnieje "nadprzyrodzone" źródło zjawisk, mogą być co najwyżej dotychczas jeszcze naukowo niewytłumaczalne.

Walka zbrojna jest wynikiem sprzeczności tkwiących już w samych podstawach ekonomicznych społeczeństw o strukturze klasowej,^{4/} jest szczególnym przypadkiem działania przeciwstawnych sił społeczeństw o sprzecznych celach^{5/} realizowanych przy użyciu materialnych środków przemocy^{6/}. O wyniku starcia decyduje więc wyższość materialnych sił i środków /ludzi i sprzętu bojowego/ zorganizowanych dla osiągnięcia zamierzonego celu. [2] Innymi słowy: wyższość tę wyznacza różnica między faktycznymi /potencjalnymi/ możliwościami sił zbrojnych obu stron, ona też warunkuje tempo przebiegu i gwałtowność działań oraz wynik walki/ /bitwy, kampanii, wojny/. Obiektywnym wyrazem stanu jakościowego przewagi jest jej wartość.

Wartość przewagi traktujemy jako jedną z podstawowych kategorii teorii efektywności bojowej^{7/}. Na wartość przewagi składają się dwa elementy: energia ludzka i środki materialne, przy czym pierwszy z nich, /w najprostszym ujęciu w postaci siły fizycznej, psychicznej, intelektualnej/ jest zawsze ściśle związany z drugim elementem /materialnymi środkami walki/. Wielkość wartości przewagi sił jednej ze stron nad przeciwnikiem wyraża w najprostszej postaci stosunek wartości sił obu stron, przy czym wyraża on równocześnie stopień możliwości osiągnięcia zamierzonego celu. Ocena szans powodzenia jest zatem czynnością podstawową w procesie podejmowania decyzji do każdej walki. Społeczny

4/ Historia rozwoju społeczeństw jest równocześnie historią zmian rozwoju środków produkcji i stosunków wytwórczych oraz stale zaostrzających się sprzeczności klasowych organicznie z tymi stosunkami związanych.

5/ T. Kotarbiński - str. 550.

6/ "Do urzeczywistnienia /przemocy - JS/ potrzebne są nader realne warunki z których dokonalsze zwycięża mniej doskonałe: co oznacza zarazem, że producent doskonalszych narzędzi przemocy, zwanych popolicie bronią, zwycięża producenta narzędzi mniej doskonałych, że więc jednym słowem, zwycięstwo przemocy polega na produkcji broni, ... - na "sile ekonomicznej", na "stanie gospodarczym", na środkach materialnych, jakimi rozpoczyna przemoc". F.Engels: Anty-Ühring. Wyd. "Książka", Warszawa 1948, s.196.

7/ Teoria efektywności bojowej, jedna z najnowszych dyscyplin nauki wojennej, zajmuje się badaniem prawideł racjonalnego ~~działania~~ ~~wojsk~~. Można ją uważać jako "wojskową" gałąź "badań operacyjnych". Badaniem efektywności sprzętu bojowego /techniki wojennej/ zajmuje się teoria niezawodności.

charakter walki zbrojnej, a więc wydatkowanie społecznych sił i środków nakłada na inspiratorów i organizatorów walki szczególną odpowiedzialność za konsekwencje powstałe z niewłaściwej oceny szans walki i podjęcia decyzji niezgodnej z możliwościami wysiłku społecznego /ogólno-narodowego/. Metody oceny szans powodzenia powinny więc sprowadzać się do możliwie najbardziej obiektywnego porównania potencjalnych wartości: sił i środków obu stron w przewidywanych warunkach ich działania. Wynik tej oceny powinien określać racjonalne przesłanki dotyczące zamiaru podjęcia walki lub uchylenia się od niej oraz wyznaczać jak najbardziej wydajne sposoby użycia wojsk dla osiągnięcia zamierzonego celu.

x

x

x

W ujęciu najogólniejszym przewagę traktujemy jako funkcje czynników warunkujących tok przygotowań do każdej walki /wojny/ oraz jej przebieg i wynik. Coraz bardziej złożony mechanizm walki zbrojnej wymaga uwzględnienia w teoretycznych uogólnieniach nauki wojennej stale nowych problemów składających się na treść przewagi oraz formy przejawiania się jej w toku wojny. W ostatecznym wyniku zarys kształtowania się form przewagi i jej wartość wyznacza aktualny /faktyczny i potencjalny/ stan dynamiki rozwoju ekonomicznego państw /bloków/ kształtujący się zawsze w klimacie narastających, antagonistycznych sprzeczności w stosunkach międzynarodowych. Wartość funkcji przewagi, w konkretnych warunkach przygotowań do wojny i podczas jej przebiegu, określają nie tylko przesłanki nauki wojennej lecz i czynniki ekonomiczne, polityczne, naukowo-techniczne, filozoficzne itp. zmieniające się zgodnie z prawidłowością rozwoju społecznego. Teoretyczne uogólnienia tych zmian w przekroju historycznym do początku drugiej wojny światowej zawierają prace F.Engelsa, W.Lenina i M.W. Frunzego. Teza J.W. Stalina, o stale działających czynnikach decydujących o wyniku wojny, stanowi kolejny etap w rozwoju ogólnej teorii socjalistycznej nauki wojennej /w okresie drugiej wojny światowej/ odzwierciedlała bowiem ówczesną rzeczywistość wojenną w sposób na ogół wyczerpujący i zgodny ze stanem potrzeb i

możliwości ekonomicznych, technicznych, moralnych i wojskowych narodów ZSRR. Ogólną słuszność tej tezy potwierdziła praktyka drugiej wojny światowej.

W świetle współczesnych, gwałtownych przemian ekonomicznych i ustrojowych oraz postępu nauki i techniki, począwszy niemal od 1945 r., kształtuje się nowy, bardziej złożony zakres ogólnej teorii socjalistycznej nauki wojennej. Zmienia się ilościowo i jakościowo zarówno treść jak i forma przedmiotu jej badań tj. wojny, a ściślej - źródeł i czynników warunkujących jej przebieg i wynik. Współczesna ogólna teoria socjalistycznej nauki wojennej określa dwie podstawowe grupy tych czynników.

Grupa pierwsza dotyczy czynników ekonomicznych, politycznych, społecznych i moralnych. Będą to:

1. Zasoby gospodarcze, naukowe i techniczne kraju oraz racjonalność ich przeznaczenia na potrzeby wojny.
2. Trwałość ustroju państwa, stan jego sojuszków oraz charakter jego polityki wewnętrznej i zagranicznej.
3. Stan moralno-polityczny mas ludowych i ich stosunek do danej wojny.

Grupa druga dotyczy czynników wojskowych, ściślej - czynników określających stan organizacji, przygotowań i użycia sił dla zrealizowania postawionych przed nimi celów i zadań, a mianowicie:

1. Ilość i jakość sił zbrojnych;
2. Stan moralny i bojowy wojsk.
3. Uzbrojenie i techniczne wyposażenie wojsk.
4. Jakość kadr dowódczych.
5. Sztuka wojenna sił zbrojnych, mistrzostwo wojsk, ich wyszkolenie bojowe.

Pierwsza grupa czynników jest zatem nadrzędna w stosunku do drugiej. Wynika to z ich uogólniającego charakteru. Klasyfikacja powyższa nie wymaga uzasadnienia, wynika bowiem z dialektycznej współzależności zjawisk występujących w procesie współczesnego

"mistrzostwo" = przewaga
propaganda a nie
ucieczka.

rozwoju społecznego^{8/}. Klasyfikacja ta odpowiada kształtującym się obecnie układom stosunków międzynarodowych w ramach zainicjowanego, historycznie uzasadnionego podziału świata na dwa obozy, jest również logiczną i konsekwentną kontynuacją tezy J.W.Stalina.

"Klasa", która panuje - pisał Lenin - określa politykę również w wojnie^{9/}. Jest historyczną prawidłowością dążenie każdej ze stron, potencjalnych przeciwników, aby w zamierzonym procesie przygotowań do wojny, a następnie w toku jej trwania zapewnić sobie nad przeciwnikiem wyższość potencjału^{10/} militarnego, a w wypadku obiektywnych trudności - przynajmniej wyższość potencjału bojowego w określonym czasie i miejscu. W pierwszym przypadku chodzi o stworzenie przewagi ogólnej /bezwzględnej/ dla zrealizowania kolejnych celów o charakterze strategicznym, tj których osiągnięcie wpływa bezpośrednio na zamierzony przebieg wojny i na jej wynik. W drugim wypadku /ograniczonych możliwości/ zależy tylko na uzyskaniu nad przeciwnikiem przewagi względnej w wybranym miejscu i czasie dla zrealizowania celów o charakterze operacyjnym lub taktycznym.

Termin potencjał militarny stosuje się w pracy dla wyznaczania całokształtu możliwości sił zbrojnych kraju /koalicji/ w zakresie wykonania zadań postawionych przed nimi przez politykę /klasy panującej/. Potencjał militarny określa wartość sił zbrojnych włącznie ze źródłem ich mocy. Wartość potencjału militarnego wyznacza wypadkowa wartości czynników materialnych /rzeczowych i osobowych/, składających się na całokształt

8/ Por. przebieg dyskusji nad istotą czynników warunkujących przebieg i wynik wojny, prowadzonej w ZSRR w latach 1959-60 oraz artykuł podsumujący tę dyskusję: Czynniki zwycięstwa we współczesnej nauce wojennej. "Wojennaja Myśl" nr 6/1960: ponadto "Uchwała partii komunistycznych i robotniczych" powzięta w Moskwie w 1961 r. oraz: Wojennaja Strategija. Red.Marszała Sow.Sozuza Sokołowskiego WD; Wojennoje Izdat. Min.Oborony SSSR, Moskwa 1962; s.260-277.

9/Lenin: Dzieła, tom XX. s.492.

10/ Potencjał - zdolność określonych środków /siły/ do wykonania zamierzonego działania /pracy/: stopień napięcia siły w określonym punkcie układu materialnego.

pojęcia sił zbrojnych w zakresie możliwości ich wykorzystania dla realizacji określonych celów militarnych w konkretnych warunkach działania.

Stan bazy potencjału militarnego określają możliwości ekonomiczne państwa, ściślej - jego potencjał ekonomiczno-wojenny, zbudowany na określonej bazie ustrojowej i w oparciu o konkretny układ sojuszków międzynarodowych.

Do czynników materialnych potencjału militarnego zaliczamy:

- obszar kraju pod względem jego położenia strategiczno-politycznego w stosunku do potencjalnego przeciwnika;
- całokształt przedsięwzięć w zakresie przygotowania do działań na przewidywanych kierunkach /teatrach/;
- stan infrastruktury kraju;
- system obrony terytorium kraju: /obrona powietrzna/;
- stan zapasów materialnych i techniki bojowej, ich rozmieszczenia i zdolności manewru nimi w czasie działań;
- stan ilościowy techniki bojowej i stopień jej nowoczesności.

Do czynników osobowych zaliczamy:

- stan ilościowy sił zbrojnych stanu czynnego wraz z ich strukturą organizacyjną wynikającą z przyjętych założeń doktrynalnych;
- stopień gotowości bojowej wojsk stanu czynnego;
- stan rezerw dla poszczególnych rodzajów wojsk;
- stan moralny wojsk wynikający z charakteru przyszłej wojny, w tym i stopień ich odporności psychicznej na ewentualne niepowodzenie, zwłaszcza w początkowym okresie wojny;
- system szkolenia wojsk w świetle aktualnego poziomu wiedzy technicznej kraju.

Na wartość potencjału militarnego składa się więc suma wartości poszczególnych czynników oraz zależności i wzajemne uwarunkowania kształtujące się między nimi w toku przygotowania do wojny i w czasie jej trwania.

Potencjał militarny jest w naszym ujęciu jedną z kategorii podstawowych określającą wartość /stopień/ przewagi bezwzględnej /absolutnej/, w stosunku do przeciwnika.

Potencjał bojowy zawiera zatem całokształt czynników składających się na siłę wojsk na zamierzonym obszarze lub kierunku działań w konkretnym czasie dla zrealizowania celów operacyjnych i taktycznych. W zasadzie składają się nań czynniki analogiczne jak przy potencjale militarnym, lecz rozpatrywane zawsze dla warunków konkretnego pola bitwy /walki/ w ramach konkretnego położenia operacyjnego /taktycznego/.

Potencjał bojowy jest kategorią, która pozwala określić stopień przewagi względnej, czasem nazywanej - miejscową.

2.1.1. Założenia wstępne

W pracy rozpatruje się pojęcie przewagi, jako zewnętrzny wyraz skuteczności działania sił zbrojnych w walce. Walkę zbrojną traktuje się jako podstawowy, lecz nie jedyny aspekt wojny, w której wyższość potencjału militarnego oraz wyższa racjonalność użycia i działania wojsk decydują o osiągnięciu celu sprzecznego z celem przeciwnika. Pozostałe aspekty wojny jak: mechanizm stosunków politycznych, społecznych, gospodarczych, kulturalnych, psychologicznych itp., będą uwzględniane tylko w zakresie niezbędnym dla uzasadnienia tez i wniosków.

Wychodzimy zatem z podstawowych zadań prakseologii /optymalizacja wysiłku i skuteczność działania/ i z tego stanowiska traktujemy w pracy teorię walki zbrojnej jako część ogólnej teorii^{1/} walki.

Rozważania oparto na następujących aksjomatach.

1. Walka jest funkcją złożoną /uwikłaną/ zbioru podstawowych elementów każdego zamierzonego działania: celu, środków i sposobów /metod/. Walka zbrojna jest funkcją złożoną /uwikłaną/ wojny, szczególnego rodzaju działalności społecznej, podlega więc prawom kształtującym stosunki społeczno-polityczne i gospodarcze stron walczących. "Wojna jest narzędziem polityki", a równocześnie - "pewną częścią działalności politycznej".^{2/}

1/ T.Kotarbiński: Z zagadnień ogólnej teorii walki. Wyb.Pism, tom 1, str.547-610. Wyd. PWN. Warszawa 1957, oraz z tegoż zbioru: Antynomie sprawnego działania, str.658-668, Prakseologia, str. 669-675.

2/ Clausewitz: O wojnie, tom 2, str.248, Wyd.MON Warszawa 1958. "Wojna - część całości, ta całość = "polityka" - przepis Lenina w wyciągu z powyższej pracy Clausewitza, Por. W.L.Lenin: O wojnie, armii i obronie ojczyzny, tom 1, str.523. Wyd.MON, Warszawa 1959 r.

Polityka określa charakter, cel i środki wojny, wyznacza aparat kierowniczy sił zbrojnych oraz ustala doktrynę, jako teoretyczne zasady użycia oddanych im do dyspozycji sił i środków, zgodnie z założonymi kryteriami optymalności wydatkowania wysiłku społecznego /zasady sztuki wojennej wynikające z prawidłowości rozwoju danego okresu historycznego/. [10]

2. W procesie walki zbrojnej, jako złożonej funkcji wojny, występują trzy elementy:

- a/ przedmiot walki, tj. jej cel /zadanie/;
- b/ środki walki, tj. ludzie, technika wojenna i wszelkie inne środki i materiały niezbędne do walki;
- c/ działanie, tj. sposoby użycia środków walki.

Gdy zabraknie przynajmniej jednego z tych elementów niema walki zbrojnej w ścisłym sensie przyjętym w pracy: tj. zmuszanie przeciwnika do rezygnowania z osiągnięcia postawionego celu /poprzez całkowite lub częściowe zniszczenie jego środków walki/.

Powyższe trzy elementy oraz współzależności zachodzące między nimi stanowią główny przedmiot rozważań, uważamy je bowiem jako podstawowe dla każdej formy walki tj. ścierania się sił o przeciwstawnych celach.^{3/}

3. Powodzenie w walce określa stopień osiągnięcia celu przez każdego z przeciwników. Z uwagi na przeciwstawność oba cele nie mogą być osiągnięte łącznie, a wartości określające stopnie ich realizowania - jednocześnie pozytywne, choć mogą być jednocześnie negatywne.^{4/} "Jest bowiem różnica między niezgodnością a sprzecznością".^{5/} [9]

3/ W związku z takim ujęciem, wydaje się niezbędnym sformułowanie pojęcia "działania sił zbrojnych". Określamy nim najogólniej-wszystkie czynności zamierzone, a więc nie tylko związane bezpośrednio czy pośrednio z niszczeniem przeciwnika /np. przez walkę zbrojną/, lecz również i takie w których jako "przeciwnik" występują trudności o innym charakterze, np. przeszkody naturalne /pogoda, teren/, zużycie sprzętu, obiektywne braki materiału itp.

4/ Zakładamy, że żadna ze stron nie wysuwa przed sobą celu negatywnego np. własnej klęski, jednak w wyniku szczególnego układu sił i towarzyszących im innych warunków, żadna ze stron może nie osiągnąć zamierzonego celu. Wykluczamy natomiast, aby w wyniku walki obie strony osiągnęły zwycięstwo. Gdy jednak obie strony tak twierdzą, oznacza to, że jedna z nich kłamie, np. dla osiągnięcia doraźnych celów propagandowych wobec swego narodu, lub odwrócenia uwagi od istotnych przyczyn klęski. Zjawisko to jest niemal powszechne w każdej wojnie, a teza nie wymaga dowodu.

5/ T. Kotarbiński: Wybór pism str. 550.

Takie ujęcie walki zbrojnej /w sensie prakseologicznym/, jako szczególnego przypadku zjawiska walki, nie przeczy założeniom ogólnym wysuniętym przez T.Kotarbińskiego /w pracy: "Z zagadnień ogólnej teorii walki"/ oraz w istocie swej jest bliskie definicji wysuniętej przez Cz.Znanickiego w "Prolegamenach do nauki o państwie. [30]

4. Generalny cel walki zbrojnej: narzucenie przeciwnikowi własnej woli, można osiągnąć poprzez rozbicie jego sił i środków tj.na drodze ich niszczenia lub wzięcia do niewoli^{6/}. W szczególnych przypadkach można osiągnąć ów cel generalny przez postawienie sił przeciwnika w stan bezpośredniego lub pośredniego zagrożenia zniszczeniem /bez walki/. W obu przypadkach stopień osiągnięcia celu generalnego determinuje wielkość przewagi nad przeciwnikiem, tj. wielkość stosunku potencjałów militarnych /bojowych/ obu stron. Cel generalny walki można osiągnąć tylko przy użyciu bardziej wydajnych sił i środków materialnych niż siły i środki przeciwnika, a przy tym zgodnie z optymalnym dla danych warunków położenia planem działania. Od tej zasady nie ma wyjątku.^{7/}

5. Z pośród dwóch stron przewagi: materialnej i moralnej - pierwsza jest czynnikiem podstawowym /głównym/ i decydującym o wyniku walki. Czynniki strony moralnej /przewagi/ nie zastępują siły czynników materialnych, choć w pewnych warunkach sprzyjają ich działaniu, zwiększają aktywność i pobudzają inicjatywę

6/ Takie sformułowanie /z pewnymi nieistotnymi odmianami/ występowało zawsze w regulaminach i instrukcjach bojowych wszystkich armii. [37]

7/ Jeśli zaistnieje przypadek, że siły jednej strony, ocenione jako mniej wydajne niż siły przeciwnika, choć użyte w myśl optymalnego dla nich planu działania, zdołają zrealizować ce walki sprzeczny z celem przeciwnika, wówczas można wyrokować, że popełniono błąd w ocenie sił u sposobu działania przeciwnika /przeceniono go/; gdy z kolei siły ocenione jako bardziej wydajne nie zdołały osiągnąć celu sprzecznego z celem przeciwnika, wówczas można wnioskować, że niedoceniono jego sił i sposobów walki, skutkiem czego plan działania nie był optymalny dla danych warunków. Problematyka ta zostanie omówiona dokładniej w dalszych rozważaniach.
Por.też: Wojennaja Strategija: Red.Marszałka Sow.Sozjuza Sokolowskiego W.D.: Wojennoje Izdat. Min.Oborony SSSR; Moskwa 1962 s.32-40, 239.

odnośnie wydajniejszego stosowania środków i sposobów walki. Walory moralne katalizują pośstawę i działanie wojsk lecz wartość nominalna siły moralnej w sensie fizycznym /bo o takim pojęciu siły mówimy/ jest bez znaczenia.

6. Powyższe aksjomaty stanowią zarys podstaw teorii efektywności wojskowych działań współzależnych /rozd.3/.

2.2. Wysunięcie problemu określania wartości przewagi sił zbrojnych.

W świetle definicji pojęcia "potencjał militarny" /bojowy/ /rozd.2.1./ uwidacznia się wielopostaciowość form przejawiania się przewagi sił zbrojnych w wojnie /walce/. Podstawowy cel poznania tych form ma znaczenie czysto praktyczne: dotyczy bowiem określania szans powodzenia w zamierzonym działaniu ekonomicznie i wojskowo zaangażowanych stanów sił i środków.^{11/} Droga do poznania końcowych efektów działań wojsk prowadzi poprzez bardzo złożoną, kompleksową analizę czynników leżących w różnych płaszczyznach: politycznej, ekonomicznej, wojskowej, naukowo-technicznej, demograficznej, psychologicznej itp. Uzyskanie na tej drodze możliwie najbardziej obiektywnie ścisłych wniosków i ocen połączone jest z szeregiem niepokonalnych trudności.^{12/}

Zwłaszcza w warunkach ograniczonego czasu, niepełnych informacji i przypadkowości zmian sytuacji nie można uzyskać w pełni syntetycznych wniosków i ocen wyłącznie na drodze czystej analizy logicznej prowadzonej w formie werbalnej. Podstawowa trudność wynika z różnorodnego charakteru czynników składających się na treść przewagi i wielości powiązań między nimi, częstokroć obiektywnie sprzecznych.

11/Nie wyklucza się możliwości realizacji pewnych celów walki siłami ekonomicznie nieuzasadnionymi, zwłaszcza gdy przemaszają za tym powody pozaekonomiczne, np. przy udzielaniu pomocy militarnej krajom odległym walczącym o niepodległość, wyzwolenie społeczne itp. Będą to przypadki szczególne, wyjątkowe, które nie zmieniają ogólnej zasady "ekonomiczności" wysiłku społecznego na cele wojny.

12/ Podobne trudności występują przy próbach wyznaczania potencjału ekonomicznego lub ekonomiczno-wojennego państwa.

Założony przez nas na wstępie postulat racjonalności działania niemal wyklucza możliwości ograniczenia się wyłącznie do werbalnej formy analizy i oceny stanów potencjałów militarnych oraz wielkości stosunku wartości sił obu stron. Stąd też, z uwagi na zbyt małą precyzyjność tej formy, zwłaszcza przy analizie bardzo złożonych czynników, nie można rozstrzygnąć, możliwie obiektywnie, problemu wyboru optymalnych reguł użycia posiadanych środków /siły/.

Problem ten uważa się powszechnie jako podstawowy dla wszelkich dziedzin życia społecznego, przy czym nadal traktowany jest jako otwarty. W pracy niniejszej zamierzamy podjąć próbę określania przesłanek warunkujących wyznaczenie wartości przewagi militarnej /optymalizacji przewagi/ w powiązaniu z procesem wybor^u reguł racjonalnego działania.

x
x x

W myśl przyjętych założeń rozpatrujemy przewagę jako zbiór czynników materialnych, dla wyznaczania których właściwa jest, między innymi, charakterystyka stanów i stosunków ilościowych^{13/}. Podstawowych narzędzi poznawczych dla ich wyznaczania dostarcza matematyka, gdyż tylko na tej drodze można najściślej przedstawić /opisać/ stwierdzone stosunki ilościowe. 14/ Sama matematyka oczywiście nie wystarcza do poznania i przedstawienia prawidłowości zachodzących w procesie walki zbrojnej, a mających charakter kwantytatywny. Jako swoista logika wyznaczania stosunków ilościowych jest ona często niezbędna do ich poznania. Nie oznacza to, że w tego typu rozważaniach

13/ Por. praca autora: "Zastosowanie matematyki w procesie badawczym nauki wojennej". Zbiór Prac Akademii nr 4/17/ 1962 r.

14/ str.115-141.

14/ W wielu przypadkach analiza procesu walki zbrojnej /ilościowa/ jest jednak tak skomplikowana, że stosowanie formalnego wywodu matematycznego okazuje się bardzo pożyteczne, a nawet niezbędne. W tych przypadkach matematycznych opis prawidłowości zachodzących w procesie przygotowań i prowadzenia walki zbrojnej jest niejednokrotnie nieunikniony. W szczególności mamy tu na myśli rachunek optymalizacji jako jedno z podstawowych /obecnie/, nowoczesnych narzędzi matematycznych. Próby zastosowania tego rachunku przedstawiono w niniejszej pracy.

trzeba koniecznie posługiwać się sformalizowanym językiem matematycznym. W szeregu przypadkach wnioskowanie, oparte na regułach matematycznych, może mieć formę werbalną.

Wysuwamy dwie strony przewagi tj. ilościową i jakościową, jako podział podstawowy czynników, współzależności i uwarunkowań między nimi, składających się na treść tego pojęcia.

Stroną ilościową będą stanowiły te wszystkie czynniki, współzależności i uwarunkowania, które przy użyciu współczesnych metod badawczych /teorii i techniki/ można określić numerycznie /liczbowo/.

Stronę jakościową przewagi wyznaczają natomiast wszystkie pozostałe, których z szeregów względów nie można w ten sposób scharakteryzować. W zasadzie można do nich zaliczyć: stan psychiczny wojsk, stan dyscypliny, walory intelektualne, stopień wykształcenia, inicjatywę, zaskoczenie, warunki położenia stron walczących itp., a więc wszystkie czynniki pozamaterialne z których część traktuje się zazwyczaj jako elementy tzw. przewagi moralnej /duchowej/.

Zakłada się, że taki podział odpowiada warunkom współczesnego, gwałtownego rozwoju materialnych środków walki. Własne środki walki /czynniki materialne/ określają stan duchowy żołnierza. Zależność odwrotna występuje z reguły jako wtórna. 15/

Znaczenie czynników jakościowych i ich wpływ na ogólną wartość potencjału militarnego /bojowego/ jest bezsporne. Trudność czy niemożliwość "mierzenia" czynników jakościowych nie oznacza wcale, że nie należy ich uwzględniać w ogólnej analizie czynników przewagi. Oznacza to tylko, że jako czynniki niematerialne /w zasadzie/ powinny uzupełniać analizę ilościową, jeśli tylko w tej ostatniej uwzględniono wszystkie /znane/ informacje ilościowe. Aby analiza ilościowa nie popadła w kolizję z analizą jakościową, lecz była jej właściwym uzupełnieniem muszą być zachowane szczególne ostrożności. Analiza ilościowa nie powinna przesłaniać merytorycznej treści wniosków analizy jakościowej, zwłaszcza w zakresie uogólniającym i zasadniczym.

Podział czynników składających się na prępiecie przewagi z punktu widzenia możliwości dokonywania ich pomiaru i

15/ W pewnym sensie istnieje tu analogia do środków produkcji, które jako pierwotne określają stosunki wytwórcze, a te z kolei, gdy pierwsze zaczną się starzeć, wpływają dodatnio /choć nie zawsze/ na dalszy rozwój sił wytwórczych.

przedstawienia w postaci liczbowej jest tylko chwytem metodologicznym, zastosowanym dla porównania obiektywnych wartości sił stron walczących i ich wzajemnych możliwości. Szybki ostatnio rozwój matematyki stosowanej pozwala przypuszczać, że czynniki do niedawna uznawane powszechnie jako niemierzalne, można już przedstawić z różną dokładnością w postaci liczbowej, a ścisłość ich zależy często od przyjętego systemu informacji. Do czynników tych należą takie elementy przewagi jakościowej jak: przewaga techniczna, wyższość efektywności środków i systemu rozpoznania^{16/}, stopień odporności psychicznej na niektóre bodźce o charakterze szoków itp.

Współczesna nauka wojenna, a zwłaszcza sztuka wojenna stanęły przed dylematem wypracowania takiej metody oceny zjawisk, która odpowiadałaby coraz bardziej złożonej rzeczywistości. Dla współczesnego dowódcy metoda "intuicji" stała się obecnie niemal bezużyteczną^{17/} "Stary, tradycyjny sposób wnioskowania mija się z celem, ponieważ nie odzwierciedla istniejącej rzeczywistości"^{18/}.

Czym ten przestarzały sposób zamienić lub uzupełnić i dostosować do coraz bardziej komplikujących się warunków na współczesnym polu walki?

Literatura o przedmiocie przewagi jest na ogół nieliczna, a rozważania w zasadzie nie wykraczają poza stwierdzenia bezsłowności, nawet w zakresie podjęcia pewnych prób wyjścia poza obręb tradycyjnych metod analizy. [6] .

Istnieje historycznie niezaprzeczalna prawidłowość, że podejmujący decyzję /np. do rozwiązania walki/ na podstawie metody tradycyjnej /intuicji/, nawet popartej doświadczeniem

16/ Przykład rozwiązania jednego z zagadnień w zakresie rozpoznania wojskowego przytoczono w "Naval Research Logistics Quarterly", Vol. 8 nr 1/1961 s.25.

17/ Clausewitz dowcipnie to określa: "posunięto się nawet w strategii i taktyce do przypisywania wielkim wodzom, że pomagał im pod tym względem specjalny organ wewnętrzny" O wojnie, ks. 1-5. Wyd. MON. 1958 r. s.172.

18/ Płk dypl. Z.Klonowski: Przewaga we współczesnej walce Zbiór Prac Akademii, nr 11/14 1961. s.10.

nie wie jaki osiągnie wynik, ani jaką ma szansę uzyskania powodzenia. Nie znaczy to jednak, że dowódca nie chciałby znać efektów zamierzonych działań, zwłaszcza w warunkach dysponowania ograniczonymi środkami. Znajomość możliwie obiektywnej wartości sił własnych i przeciwnika jest mu potrzebna w celu wyznaczania do działań sił optymalnych w danych warunkach: innymi słowy, aby poznać prawdopodobieństwo osiągnięcia zamierzonego celu przy użyciu danych środków, lub - jak użyć dane środki, aby uzyskać maksymalne prawdopodobieństwo "w określonych warunkach działania/ realizacji celu. Jak wiadomo z historii dowódcy wszystkich szczebli zawsze szukali odpowiedzi na podobne pytania^{19/}, a nie znajdując ich w realnej rzeczywistości sięgali po środki nadprzyrodzone. Czy więc nastąpił już jakościowy skok w tej dziedzinie?

Współczesne poglądy wskazują, że jeszcze nie, jednak sygnalizują, mniej lub bardziej alarmująco, o konieczności unowocześnienia metod kalkulacji stanów sił i ich możliwości /efektywności/. Jedni przyznają wprawdzie, że "wskaźniki niezbędnej do natarcia przewagi ilościowej byłby pomocny"^{20/}, jednak nie jest konieczny", "ponieważ o powodzeniu decyduje nie tylko przewaga ilościowa". Inni twierdzą, że istnieje "nieodparta potrzeba znalezienia właściwych metod, sposobów i form porównania możliwości bojowych stron w broni jądrowej, konieczność ustalania właściwych kryteriów oceny sytuacji w tej broni"^{21/}. Wydaje się więc, że gdyby istniała możliwość przełamania tego "chińskiego muru" i wskazania dróg wyznaczania takiego wskaźnika,

19/ W starożytności korzystano z wróżb, dowódcy nowożytni prosili bogów o interwencje, dowódcy nowocześni mają do dyspozycji naukowe środki wnioskowania, lecz jeszcze niechętnie z nich korzystają.

20/ Płk. dypl. Z.Klonowski: Przewaga we współczesnej walce: s.11.

21/ Płk dypl. E.Wiśniewski: Niektóre problemy działań zaczepnych wojsk lądowych w początkowym okresie wojny. Wyd. ASG maj 1962 r. s.73.

stałby się on równie konieczny, aby wnioskom z doświadczenia tysiącleci nadać jakościową nową treść.

Powyższy, tradycyjny pogląd zawiera jednak wyraźne i stałe dążenie do uzyskania tego wskaźnika w postaci możliwie dokładnej wartości stosunku sił.

Stosunek sił oblicza się zawsze - jak każe tradycja - "nie dla stwierdzenia stopnia niezbędnej przewagi, a dla uzyskania poglądu na sposób użycia siły"^{22/}. Oczywiście, dążenie do określania, możliwie jak najdokładniej, stopnia przewagi nad przeciwnikiem nie było nigdy dla żadnego dowódcy celem samym w sobie.

Również wskaźnik przewagi był potrzebny przy podejmowaniu decyzji - obliczano go tak, jak pozwalała na to ówczesna wiedza o tym przedmiocie. Liczono go właśnie dlatego, aby stwierdzić stopień przewagi i na tej podstawie "uzyskać pogląd na użycie siły"^{23/}. Jest to obecnie zasada współczesnego kierowania każdą organizacją dysponującą ograniczoną ilością środków. Siły zbrojne są jedną z tego rodzaju organizacji dla której zasada ta ma szczególne znaczenie: środki walki stanowią bowiem dla każdego społeczeństwa "konieczne zło", obciążające nieproduktywnie dochód narodowy. Problem racjonalności zużycia sił zbrojnych w walce /wojnie/ ma więc dla społeczeństwa podstawowe znaczenie. Wydaje się zatem, że należy wykorzystywać wszelkie środki udostępnione przez naukę, aby tę racjonalność oprzeć na możliwie obiektywnych przesłankach.

Istnieje jednak pewna grupa sprzeczności, tkwiąca w tradycyjnej metodzie obliczania wskaźników przewagi, w postaci

22/ Płk dypł. Z.Klonowski, s.11.

23/ Podobnie przez długie wieki nie obliczano i nie porównywano wartości potencjałów ekonomicznych państw. Wynikało to z braku /bądź niedoskonałości/ odpowiednich narzędzi wnioskowania o czynnikach potencjału. Narzędzia te i dzisiaj jeszcze dalekie są od doskonałości, a mimo to stały się niezbędne, bez których nie można już sobie wyobrazić kierowanie współczesnym organizmem gospodarczym. Okazało się bowiem, że straty gospodarcze wynikające ze stosowania tych niedoskonałych jeszcze wskaźników i metod planowania są niewspółmiernie niższe niż w przypadkach decyzji pobieranej "intuicyjnie".

dotychczasowego ujęcia stosunku sił. Ogólnie rzecz biorąc symbolem tych sprzeczności jest tzw. jednostka kalkulacyjna, jako miernik siły bojowej wojsk własnych i przeciwnika. Zakładając a priori odpowiedniość organizacyjną jednostek /związków, oddziałów, pododdziałów/, równowagę stanów osobowych, ilości i jakości uzbrojenia oraz pozostałej techniki bojowej itp., a więc identyfikując siłę bojową jednostek tego samego rodzaju i szczebla /zwłaszcza na szczeblu operacyjnym/, stosunek sił obu stron sprowadza się do porównania ilości odpowiednich jednostek organizacyjnych. Obrazem wartości bojowych wojsk obu stron jest tabela stosunku sił.

W warunkach współczesnego zróżnicowania środków walki, tak pod względem ich ilości jak i jakości a więc, ogólnie mówiąc, możliwości bojowych, tradycyjna metoda obliczania wskaźników przewagi budzi u stosujących ją wiele zastrzeżeń. Wprowadzenie raketowo-jądrowych środków walki jeszcze bardziej pogłębiło sprzeczności tkwiące w "jednostce kalkulacyjnej"^{24/}, która w dotychczasowej postaci nieodpowiada już roli uniwersalnego miernika przewagi. "Rekompensowanie" braku pewnych zasadniczych wartości jakościowych liczebnością wojsk, zastępowanie jednego rodzaju wojsk innymi stało się zupełnie niemożliwe".^{25/} Postulowany, jakościowo odmienny charakter wojny współczesnej, a zwłaszcza jej okresu początkowego^{26/} pociąga za sobą konieczność dokonania generalnej rewizji stosowanych metod określania możliwości bojowych wojsk, "Potrzebne są nowe, odpowiadające zmienionym warunkom metody i zasady badania możliwości bojowych stron, ustalenia potrzeb natarcia w środkach materialnych i stosunku sił".^{27/}

24/ Wydaje się, że dostatecznie ścisły dowód na tę tezę przeprowadził płk. E. Wiśniewski w swojej rozprawie doktorskiej: Niektóre problemy działań zaczepnych wojsk lądowych w początkowym okresie wojny. /Wyd. ASG maj 1962/ Rozdział IV: "przewaga sił" dość wyraźnie charakteryzuje istotę zagadnienia i konieczność modyfikacji metod określania stopnia przewagi.

25/ Tamże str. 70.

26/ Literatura o charakterze wojny współczesnej i jej początkowego okresu jest stosunkowo bogata. Odpowiednią bibliografię autor publikował w "Myśli Wojskowej" nr 4 /1961, 6/1961/, 3/1962. Ponadto: gen. bryg. T. Pióro: O niespodziewanej napaści, "Myśl Wojskowa", nr 4/1962. oraz W. Wuensche: Ueber den Charakter des modernen Krieges, "Militärwesen" nr 3/1960, s. 475-486.

27/ Płk dypl. E. Wiśniewski: - str. 74.

Na czoło wysuwa się więc następujący problem: czy i w jakim stopniu obliczany dotychczasową metodą stosunek sił odzwierciadla możliwości bojowe sił obu stron?

Ciekawą, choć cząstkową, próbę dowodu na wielkość różnic w siłach bojowych i ruchliwości dywizji /USA, W. Brytanii, Francji, NRF/ przeprowadził płk dypl. A. Heinstein w pracy pt.: O studiach nad organizacją wojsk.^{28/} Ideą podstawową w tej pracy jest dążenie do wyznaczania metody, która pozwoliłaby wyprowadzić proporcję, współzależności i wskaźniki siły bojowej związków taktycznych w oparciu o ich rolę i zadania.^{29/}

[8]

W celu wyznaczania wskaźników siły bojowej autor podał analizie stany liczebne dywizji /piechoty i pancernej/ ich strukturę organizacyjną i jakość uzbrojenia /szczególnie kaliber broni, donośność i szybkostrzelność/ oraz siłę ognia, przy czym ten ostatni czynnik uważa on raczej jako drugorzędny motywując, że "Obecnie różnice w sile ognia, wynikające z różnych jakości poszczególnych klasycznych rodzajów broni różnych armii /często indywidualnie dość znaczne/, są w skali związku taktycznego raczej niewielkie i w praktyce nie mają żadnego znaczenia"^{30/}.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w ramach koalicji /NATO/ jednostki jednorodne wykazują różne wskaźniki siły bojowej, ruchliwości i opancerzenia. Przedstawiono je na poniższej tabeli /szczegółowe dane oraz sposób obliczania: por. zał. nr 20, 21, 22, 23/.

28/ "Myśl Wojskowa" nr 4/1960, str. 29-43.

29/ Płk dypl. A. Heinstein zastrzega, że przy "określeniu roli i zadań związku taktycznego należy uwzględnić warunki przewidywanego ich użycia, a przede wszystkim właściwości kierunku strategicznego /operacyjnego/, na którym ma być użyty /ma to szczególne znaczenie dla małych armii/" s. 39.

30/ Tamże - str. 30.

	Siła	bojowa	Ruchliwość		
	Wskaźnik	Współczynnik	Stopień przekraczania terenu	Współczynnik ruchliwości	Stopień opancerzenia
DPanc USA-1956	682	1:22	0,27	0,0000968	0,25
DPanc USA-1958	682	1:22	0,31	0,000106	0,27
DPanc W.Bryt.-1955	723	1:21	0,26	0,000107	0,26
DPanc Francji-1956	705	1:23	0,32	0,0000946	0,32
DPanc NRF - 1957	628	1:20	-	-	-
DP "Pentonie	614	1:22	0,14	-	0,14
DP USA-1956	621	1:26	-	-	-
DP W.Bryt.-1955	652	1:27	0,14	-	0,14
DP Francji-1955	653	1:28	0,12	-	0,12
DP NRF - 1957	604	1:22	-	-	-

Przedstawiona przez płk.. dypl. A.Heisteina próba obliczenia wskaźników siły bojowej i ruchliwości związków taktycznych budzi szereg zastrzeżeń i wątpliwości^{31/}, tak z punktu widzenia ujęcia problemu jak i sposobu powiązań wyprowadzonych relacji. Wydaje się jednak, jakkolwiek nie patrzeć na te zagadnienie, istniejące różnice /choćby tylko w sile bojowej i ruchliwości/ nie uzasadniają twierdzenia, że związki jednorodne można traktować równoważnie /np. że wartość bojowa DPanc USA 1956 r. jest równa wartości bojowej DPanc Francji z 1956 r./^{32/}. Powyższe porównania dotyczą stanów etatowych, które nie zawsze znajdują odzwierciedlenie w faktycznych stanach bojowych. Nawet w początkowym okresie wojny braki w stanach bojowych mogą dochodzić do kilkunastu procent i więcej, zarówno w ludziach jak i w różnego rodzaju sprzęcie bojowym, stanowiącym o sile przebojowej związku taktycznego /operacyjnego/. Gdyby porównać wskaźniki siły bojowej współczesnych dywizji piechoty ze wskaźnikami dywizji polskich do 1939 r. /obliczonymi w/g tej metody/, te różnice wykażą szereg niewłaściwości wynikających z tego sposobu obliczeń, np. wskaźnik siły bojowej DPanc z 1960 r. jest tylko o 16% wyższy niż odpowiedni wskaźnik dla DP z 1927 r. /zał. nr 24/.

Weryfikację szczegółową powyższej tezy o ilościowych różnicach w sile bojowej jednostek należałoby, naszym zdaniem, przeprowadzić wyłącznie w oparciu o materiały statystyczne z okresu wojny /na podstawie ewidencji stanów bojowych wojsk/. Wiadomo jednak, że ten rodzaj dokumentów jest na ogół bądź niedostępny, bądź w różnym stopniu niekompletny. Stąd też wnioski wyprowadzone w wyniku analizy tych dokumentów mogą być niepełne, a nawet znacznie odbiegające od stanu faktycznego.

Wspomnieliśmy, że w praktyce bojowej /a po części nawet i w dotychczasowej teorii sztuki wojennej/ porównanie sił obu stron sprowadza się do mierzenia ich wartości przy pomocy tzw. jednostki kalkulacyjnej /kompania, batalion, dywizja/. Miernikiem

31/ Płk dypl. A.Heistein zdaje sobie sprawę z braków tej metody, czemu daje wyraz na str. 42.

32/ Pierwsza posiada o 11% większy stan osobowy, artylerię ppanc, ponad 2-krotnie więcej dział plot. i o 41% pojazdów terenowych, stąd uzyskała wyższe wskaźniki siły i ruchliwości, mimo mniejszej ilości czołgów /o ok. 20%/.

wartości sprzętu bojowego są najczęściej sztuki broni odpowiednich rodzajów jednorodnych /w sensie abstrakcyjnym: czołg, działo ppanc itd./ bez uwzględniania różnic w danym taktyczno-technicznych uzbrojenia wojsk własnych i przeciwnika.

Ten tradycyjny sposób określania efektywności ~~sił~~ walczących stron zakłada szereg świadomie wprowadzonych uproszczeń. Często, nawet w konkretnych warunkach działań, porównuje się npn ilości dywizji obu stron przy założeniu równowartości ich stanów bojowych, uzbrojenia itp. gdy w rzeczywistości zarówno ich stany ilościowe w ludziach, sprzęcie, uzbrojeniu itp. wykazują poważne rozbieżności.^{33/}

W niniejszym rozdziale /2.2./ staraliśmy się wysunąć problem konieczności rozpatrywania pojęcia przewagi w jakościowo nowym świetle. W szczególności przyjmujemy, że czynniki składające się na to pojęcie i współzależności między nimi należy charakteryzować przy pomocy bardziej nowoczesnych metod i narzędzi poznawczych niż stosowane dotychczas.

Wysuwamy następującą tezę: nie podważając ważności roli i znaczenia jakościowej strony przewagi, zasadnicza droga do określania wyższości nad przeciwnikiem prowadzi poprzez analizę i uogólnienie kompleksu czynników materialnych /mierzalnych/.

Ilość i jakość tych czynników, ich wielkości liczbowe oraz wielkości liczbowe związków i współzależności występujących między tymi czynnikami będą zależały zawsze od konkretnego celu jakiemu obliczenia mają służyć. Zakładamy, że we współczesnych warunkach, coraz bardziej złożonych i szybko zmieniających się sytuacji bojowych /operacyjnych, strategicznych/ tylko zastosowanie metod wnioskowania matematycznego na bazie urządzeń cybernetycznych pozwoli szybciej oceniać stosunki sił, przygotować dane do podejmowania decyzji, znajdować optymalne, dla konkretnych warunków, warianty decyzji, zapewnić szybkie przekazywanie informacji itd.

33/ W przypadkach szczególnych przeprowadza się bardziej dokładną analizę wartości sił, jednak i wtedy brak ścisłej metody wyznaczania ich w postaci liczbowej nie pozwala na doprowadzenie tej analizy do końca. Szereg oderwanych liczb, charakteryzujących stany ilościowe sił i sprzętu, stanowią dla danego dowódcy jedynie przybliżoną przesłankę ich efektywności w toku zamierzonych działań.

Jakościowy skok w dziedzinie środków walki i sposobów prowadzenia działań wywołał nowe możliwości w zakresie przygotowania wojny przez państwa imperialistyczne. Stało się już niemal powszechnym przekonaniem, że wojnę raketowo-jądrową trzeba będzie prowadzić w oparciu, niemal wyłącznie, o zapasy zgromadzone w okresie pokojowym i siłami zbrojnymi przygotowanymi do tej wojny przed jej rozpoczęciem.

Jak można sądzić z analizy przygotować do przyszłej wojny, moment jej wybuchu, sygnalizowany w przeszłości na szereg dni, tygodni czy miesięcy wcześniej, może nastąpić bez poważniejszych oznak poprzedzających pierwsze uderzenie ogniowe. Przy obecnym, niedoskonałym systemie powiadamiania i automatyzacji przeciwdziałań raketowo-jądrowych /np. w ramach uderzenia odwetowego, obrony powietrznej itp./ okres przygotowań bezpośrednich do odparcia pierwszego uderzenia można traktować jako niemal równy zeru. Charakter działań w początkowym okresie wojny określa przede wszystkim możliwości tej części sił zbrojnych obu stron, które zdołają zachować niezbędny stopień gotowości bojowej po uderzeniach początkowych.

Nasuwają się zatem pytania: jak w nowych warunkach będą zmieniały się wartości potencjałów ekonomiczno-wojennych stron walczących, w jakim tempie będą obniżały się stany sił zbrojnych i ich możliwości w stosunku do zmian wartości tych potencjałów? Odpowiedzieć na te pytania można oczekiwać w toku wojny, gdyż nie jest jeszcze w pełni poznana skala skutków stale rozwijającej się broni raketowo-jądrowej /skutków fizycznych, biologicznych, psychicznych itp./. Nie znaczy to, że nie należy podejmować takich badań.

Oczywista, badania te muszą /z konieczności/ opierać się na pewnych założeniach przyjętych a priori /np. postulowanie wysokości strat w ludziach na zapleczu, w jednostkach bojowych, tempa produkcji i zmian w stanach zapasów wojennych itp./, a ich wyniki cząstkowe złożą się na uogólnienie, które mogą stanowić podstawę dla praktyki planowania i użycia sił zbrojnych.

Opierając się na dialektyce rozwoju sztuki wojennej postulujemy, że zarówno zmiany ilościowe jak i jakościowe zachodzące w środkach i sposobach prowadzenia walki zbrojnej nie podważają dotychczasowej roli i znaczenia zbioru czynników

materialnych składających się na treść ilościowej strony przewagi. Stały wzrost ilości tych czynników i coraz wyższa złożoność uwarunkowań między nimi nakazują rozpatrywać je kompleksowo. Najogólniejszym wyrazem takiej agregacji jest pojęcie potencjału militarnego bojowego /rozd.2.1.; 2.4./, natomiast najprostszym ujęcie wartości sił i środków przeznaczonych do wykonania konkretnych zadań cząstkowych charakteryzuje wskaźnik efektywności militarnej /bojowej/ bezwzględnej lub względnej /rozd.3.2.,3.3./.

Rekapituluując, sformułujemy założenia podstawowe dotyczące strony ilościowej teorii przewagi:

1/ na przebieg wojny wpływa i wynik jej przesądza ten, kto zdołał szybciej uzyskać bezwzględnie wyższy potencjał militarny; o przebiegu i wyniku walki /bitwy" decyduje ten kto posiada bezwzględnie wyższy potencjał bojowy lub przynajmniej względnie wyższy tj. uzyskany we właściwym czasie i kluczowym miejscu ugrupowania przeciwnika;

2/ istota efektywności użycia sił zbrojnych /związków, jednostek/ sprowadza się do zbioru metod pozwalających doprowadzić do zgodności celów konkretnych z celem ogólnym w ramach optymalnych programów działania realizowanych w złożonych warunkach niepewności /np. hipotetycznych założeń/ i przy dysponowaniu zmienną ilością środków. Wskaźnik efektywności jest liczbowym wyrazem możliwości określonych sił przeznaczonych do wykonania konkretnego zadania w przewidywanych warunkach.

2.3. POTENCJAŁ MILITARNY

2.3.1. Przmiot i zakres badań.

Wprowadzając pojęcie potencjału militarnego zamierzamy objąć nim całokształt możliwości sił zbrojnych państwa /bloku/, dla zrealizowania postawionych przed nim zadań /rocz.2.1./ Wielkość przewagi bezwzględnej nad przeciwnikiem, jako główny czynnik powodzenia, mógłby przyjmować postać stosunku z wartości potencjałów sił obu stron.^{1/} Jednak porównywanie możliwości stron w zakresie wysiłku zbrojnego będzie uzasadnione pod warunkiem uwzględniania nie tylko oceny istniejących stanów /zasobów/ ludzkich i rzeczowych oraz ich źródeł, lecz również sprawności organizacyjnej ośrodków kierowniczych. Przygotowania do wojny powszechnej /totalnej/, angażującej wszystkie siły i zasoby materialne państw, wymaga aby planowanie nakładów i rozchodów dla osiągnięcia określonych celów politycznych było poprzedzone możliwie ścisłą kalkulacją opartą na zasadach współczesnego rachunku ekonomicznego. Innymi słowy: podobnie jak w procesie produkcji, każda ze stron musi dążyć do osiągnięcia bezwzględnych celów wojny kosztem jak najmniejszego naruszania swego systemu gospodarczego. [25]

Wojna raketowo-jądrowa, z uwagi na swój ogólnie niszczący charakter, stawia przed każdym państwem /nawet obecnie neutralnym/ szczególnie wysokie wymagania w zakresie ekonomizacji nakładów na militarne przygotowanie swego narodu.

Istnieją próby wyrażania siły militarnej państwa /koalicji/ w postaci funkcji jego potencjału ekonomiczno-wojennego i ustroju społecznego. Zapoczątkowano je już w pierwszej połowie XIX wieku, gdy potrzeby masowych armii stanęły w ostrej kolizji z bieżącymi możliwościami ówczesnych państw w zakresie ich zaspokojenia.^{2/} Następował okres coraz ściślejszych

1/ Chwilowo na uboczu stawiamy sprawę określania tych wartości, ściślej-miernika pozwalającego w sposób jednoznaczny na dokonywanie odpowiednich porównań. Zagadnienie to rozpatruje się w roźdz.3,4 i 5.

2/ Płk dr. Z.Beczkiwicz: Zarys ekonomiki wojennej. Ośrodek Nauk Społ. i Wojsk. w Warszawie, 1962 r. s.287 i dalsze. Ponadto A.A.Kornijenko: K woprosu sowremiennych tieorij militaryzacji ekonimiki. Wojenizdat, Moskwa 1961. s.30-32.

powiązań i współzależności między społecznymi siłami wytwórczymi państwa [22] i jego siłami militarnymi. Prawdopodobnie tę spostrzegł Moltke /st/ lecz może nie zupełnie świadomie wykorzystał w wojnach Prus z Austrią /1866/ i Francją/1871/.

Powiększał szanse zwycięstwa ten, kto szybciej i lepiej zrozumiał mechanizm powiązań ekonomiczno-militarnych oraz wykorzystał go w zarówno w praktyce przygotowań do wojny własnej gospodarki jak i w celu destrukcyjnego oddziaływania na gospodarkę przeciwnika. Pierwszym jaskrawym przykładem zastrzeżenia się sprzeczności między potrzebami sił zbrojnych i możliwościami gospodarczymi państw był okres wojny 1914-1918.^{3/} W okresie przygotowań do drugiej wojny światowej i w początkowym jej okresie ujawniło się szereg nowych elementów wpływających bardziej bezpośrednio niż przed 1914 r. na charakter mobilizacji i gotowość wojsk oraz przebieg i wynik wojny.^{4/}

Obecnie przyjmuje się już powszechnie, że siły państwa określa zespół elementów składających się na jego siłę ekonomiczną [23] i siłę militarną. W zakresie gospodarki wojennej /okresu pokojowego i podczas wojny/ siły ekonomiczne realizują zadania produkcyjne dla zabezpieczenia bezpośrednich i pośrednich potrzeb sił zbrojnych, natomiast siły militarne są przeznaczone do wykonania zadań militarnych, których charakter określa polityka państwa. Pierwsze są przedmiotem badań ekonomii politycznej, przy czym w zakresie zabezpieczenia potrzeb sił zbrojnych-ekonomiki wojennej, drugie-ogólnej teorii sztuki wojennej. Istota powiązań i współzależności między nimi leży więc na płaszczyznach: ekonomicznej i wojskowej. "Związek między organizacją wojskową kraju, a całym jego ustrojem ekonomicznym i kulturalnym nigdy jeszcze nie był tak ścisły jak w chwili obecnej" pisał Lenin w styczniu 1905 r. analizując wojnę rosyjsko-japońską^{5/}. Teza ta nabrała szczególnej aktualności w wojnach późniejszych^{6/}, obecnie zaś można ją uważać jako jedno z podstawowych praw współczesnej walki zbrojnej.^{7/}

3/ A.A.Kornijenko - s. 220-221.

4/ Tamże - s.32-54.

5/ W.I.Lenin: O wojnie, armii i obronie ojczyzny. MON Warszawa 1959 s.28. M.W.Frunze: Jedinaja

6/ M.W.Frunze w pracy n.t. Jedinaja wojennaja doktrina i Krasnaja Armia - za A.A. Kornijenko - s.40-41.

7/ A.Łagowski: Strategia i ekonomika Wyd. MON, Warszawa 1959. s.25, 32 i dalsze.

Stopień zaangażowania sił ekonomicznych dla zabezpieczenia potrzeb wojny, a przede wszystkim sił zbrojnych, określają pewne elementy materialne i ludzkie składające się na treść "potencjału wojenno-ekonomicznego" kraju [21].

Z tytułu odmienności przedmiotów i zjawisk, których dotyczą /tak pod względem charakteru działania jak i efektów społeczno-politycznych/ społeczne siły ekonomiczne i społeczne siły militarne stanowią dwie podstawowe abstrakcje naukowe składające się na teoretyczne ujęcie siły państwa. Wynikają one bowiem z rzeczywistego /historycznego/ przebiegu rozwoju społecznego: pierwsza - z procesu gospodarczego, druga - walki zbrojnej. Obie mają charakter logiczny i historyczny. [24] Charakter historyczny obu kategorii zmianał się w poszczególnych przedziałach czasowych zależnie od warunków w jakich kształtował się rozwój procesów /zjawisk/ gospodarczych i walki zbrojnej. Szczegółowe rozwój społecznych sił ekonomicznych wyznaczają przede wszystkim formacje społeczne, rozwój społecznych sił militarnych określają etapy postępu naukowego i technicznego w ramach rozwoju sił wytwórczych i stosunków produkcji. "Kategorie ekonomiczne - pisze Marks - są jedynie wyrażeniami teoretycznymi, abstrakcjami społecznych stosunków produkcji... To też te idee, te kategorie są równie mało wieczne jak stosunki, których są wytworem. Stanowią wytwory historyczne i przemijające."^{8/}

Społeczne siły militarne stanowią zespół tych czynników /w zasadzie - poza ekonomicznych, jakkolwiek bezpośrednio i ściśle od gospodarki kraju zależnych/, które stanowią o intensywności zużycia dóbr stworzonych przez społeczne siły wytwórcze, zgodnie z celami wynikającymi z potrzeb wojny, tj. w zakresie jej przygotowania i prowadzenia w danym okresie historycznym; wyrażają zatem najwyższe uogólnienie, w skali państwa /koalicji/, zdolności do bezpośredniego realizowania na drodze walki zbrojnej celów i zadań stawianych przez politykę w stosunku do przeciwnika.

Społeczne siły militarne obejmują więc:

a/ ludzi, którzy zostali powołani do udziału w bezpośredniej walce zbrojnej /np. z tytułu ich zawodu, zakwalifikowania

8/ K.Marks: Nędza Filozofii, Wyd. "Książka i Wiedza" Warszawa 1949 r. str. 123.

do pełnienia służby wojskowej w czasie pokoju, mobilizacji, ochotnicy/;

b/ technikę wojenną wszystkich rodzajów, znajdującą się na ich wyposażeniu;

c/ zdolność do jaknajbardziej efektywnego wykorzystania istniejącej techniki wojennej i umiejętność wprowadzania nowych sposobów i metod walki, zwłaszcza w warunkach stosowania przez przeciwnika nowoczesnych środków walki;

d/ doświadczenia ludzi w zakresie opanowania techniki wojennej i sposobów prowadzenia działań.

Uogólniając: na każdym etapie przygotowań i prowadzenia wojny, społeczne siły militarne odzwierciedlają odpowiedni stan potencjału ekonomiczno-wojennego państwa /koalicji/. Wartość społecznych sił militarnych, wyrażana w postaci potencjału militarnego, jest czynnikiem podstawowym określającym zdolność sił zbrojnych do wykonania kolejnych zadań, wynikających z planu wojny, w jak najkrótszym czasie i przy jak najmniejszym nakładzie wysiłku społecznego.

Na wartość potencjału militarnego państwa /koalicji/ składa się zatem całokształt czynników ludzkich, materialnych i duchowych /kulturalnych, moralnych, polityczno-ustrojowych itp./ Potencjał militarny sił zbrojnych jest, w ramach systemu organizacyjno-instytucjonalnego państwa i potencjału rezerw ludzkich, najważniejszym elementem potencjału militarnego państwa.

W ujęciu syntetycznym problemem potencjału militarnego sprowadzimy do trzech podstawowych zagadnień wyjściowych, a mianowicie:

1. potencjału ludzkiego;
2. potencjału techniczno-materiałowego;
3. doktryny wojennej.

Najogólniej rzecz biorąc potencjał ludzki sił zbrojnych obejmuje stan bojowy przewidziany do udziału w bezpośredniej walce zbrojnej na drodze mobilizacji i wcielania do jednostek wojskowych. Pojęcie to jest zatem węższe od ogólnego potencjału ludzkiego /zawodowo-czynnych na zapleczu/ jako jednego z czynników potencjału wojenno-ekonomicznego państwa. Potencjał techniczno-materiałowy obejmuje stan ilościowy i jakościowy uzbrojenia

i sprzętu technicznego, wszelkich rodzajów zaopatrzenia materiałowego /np. żywność, umundurowanie, paliwa, wyposażenia medycznego itp./ Włącznie z zapasami nagromadzonymi w okresie pokojowym, bądź wyprodukowanymi w czasie wojny. Doktryna wojenna sił zbrojnych, jako trzeci element potencjału militarnego wyraża teoretycznie i praktycznie uogólnienie aktualnych zasad sztuki wojennej. Doktryna wojenna systematyzuje poglądy i przedsięwzięcia w zakresie organizacji i wykorzystania sił zbrojnych, a więc występuje we wszelkich gałęziach nauki wojennej, jest bowiem aktualnym odbiciem ustroju społecznego i politycznego państwa, stanu jego gospodarki wojennej, położenia geograficznego kraju i przewidywanego teatru działań wojennych, charakteru przyszłej wojny itp.

2.3.2. Potencjały: ludzki i rzeczowy sił zbrojnych

Jak wynika z przyjętej definicji pojęcia "potencjał militarny", ludzie wchodzący w skład sił zbrojnych, mówiąc krócej "potencjał ludzki sił zbrojnych" jest /obok potencjału materiałowo-technicznego, rzeczowego/ jednym z dwóch podstawowych jego czynników, który w zasadzie można traktować jako wymierny. Podstawową wielkość liczbową potencjału ludzkiego określa stan ilościowy sił zbrojnych, tj. ta część zawodowo aktywnego społeczeństwa, której zadanie polega na bezpośrednim udziale w walce zbrojnej. Będą to więc zarówno wojska podstawowych rodzajów sił zbrojnych /lądowych, powietrznych i morskich/, wojska wewnętrzne, wojska ochrony granic i obiektów specjalnych, niezbędne rezerwy ludzkie podlegające mobilizacji dla zwiększania aktualnych stanów bojowych i uzupełnienia strat oraz organizacje wojskowe związane z zabezpieczeniem bezpośrednich działań sił zbrojnych.

Ponadto 100-krotny wzrost liczebności sił zbrojnych w okresie ubiegłych 150 lat^{9/}, przy niezmiennej tendencji zbliżania się do ilości zawodowo-czynnej części zaplecza stwarza

9/ Por. R. Teuring: "Über den Einfluss des ekonomischen Faktoren in einem modernen Krieg", Militärwesen" nr 2/60 s.241-252. W wojnie 1812 r. brało udział ogółem 1,1 milionów ludzi, w 1870/71 - 1,5 milionów, 1914-1918 - 67 milionów, 1939-1945 - 110 milionów ludzi.

konieczność rozpatrywania przewagi potencjału ludzkiego sił zbrojnych w oparciu o stany ludnościowe państw, potencjalnych przeciwników. W warunkach wojny powszechnej /totalnej/ coraz trudniej bowiem ustalić granicę między siłami zbrojnymi, a pozostałą, choć ilościowo większą, częścią narodu pracującą na korzyść sił zbrojnych i stanowiącą ilościowo ograniczone źródło jego siły. Dotychczasowy maksymalny wzrost potrzeb sił zbrojnych na ludzi kształtował się od 0,5 do 2% ogólnego stanu ludności do 10-15% w toku wojny /pierwszej i drugiej wojny światowej/^{10/}. Oficjalne statystyki dowodzą, że normy okresu pokojowego nie zmieniły się i nadal utrzymują się w granicach od 0,6 do 2%.

Z ogólnych zestawień stanów sił obu współczesnych głównych koalicji /NATO i Układ Warszawski/ - zał.nr 25 i 26 - wynika, że na przełomie lat 1959-1960 sytuacja była następująca:

	Ogólna ilość mieszkańców	Stan sił zbrojnych	% sił zbr. do ilości mieszkańców
NATO	477.224.000	6.018.200	1,23
Układ Warszawski	314.544.000	4.816.000	1,53
Stosunek	1,52:1	1,25:1	-

Powyższe dane /oparte na informacjach publikowanych na Zachodzie/ nie odzwierciedlają istotnego układu sił /i potencjału rezerw ludzkich/ jaki należy uwzględnić przy obliczaniu stanów wojsk na okres wojny, gdyż w obu blokach istnieją odmienne mechanizmy gospodarczo-polityczne, które inaczej reagują na stan bezpośredniego zagrożenia wojną /np. w zakresie konwersji/

10/ W okresie przed pierwszą i do drugiej wojny światowej stosowano czasem orientacyjny sposób określania ilości dywizji /obliczeniowych/ na podstawie ilości mieszkańców, polegający na tym, że każde państwo mogło z miliona mieszkańców wystawić w czasie wojny określoną ilość dywizji, np. Niemcy - 2,5. Francja - 2,2, Anglia - 1,8. Normy te zależały od zapotrzebowania przemysłu zbrojeniowego na ludzi. Stąd Serbia osiągnęła maksymalną ilość, tj. 3,5 dywizji z miliona mieszkańców, z uwagi na niski stan przemysł-u wojennego. Oczywiście, taki sposób obliczania stanów sił jest obecnie, nawet jako orientacyjny, nie do przyjęcia.

Zestawienie sił zbrojnych obu koalicji /zał.nr 27/ wskazuje, że stosunek ilości dywizji /obliczeniowych/ wynosi: 1,38:1 na korzyść państw Układu Warszawskiego / $160^{1/2}:122^{1/2}$ /, przy niekorzystnym /lecz zbliżonym do równowagi/ stosunku w ilości samolotów bojowych: 1:1,2 i siłach morskich.

W świetle dotychczasowych rozważań o rozbieżnościach powstających przy ocenie sił w/g ilości dywizji można założyć, że występuje tu analogiczny przypadek, /rozd.2.2/, który nie pozwala osądzić, obiektywnie ~~przez~~ biorąc- stan wyższości /stopnia przewagi/. Orientacyjność przeprowadzonych obliczeń jest, naszym zdaniem, odległa od stanu faktycznego efektywności wojsk obu stron.

Materialnym odbiciem tego czynnika może być w pewnych przypadkach rozważań bardziej ogólnych, stan produkcji w gałęziach podstawowych dla przemysłu zbrojeniowego. Rozpatrując to zagadnienie w procesie rozwoju tylko czterech gałęzi przemysłu, /węgiel kamienny, stal, ropa naftowa i energia elektryczna/^{11/} w państwach obu bloków, można stwierdzić, że w okresie od 1938 do 1960 roku występuje silne dążenie bloku krajów socjalistycznych do nadrobienia zacofania przemysłowego. W chwili obecnej zacofanie to ciąży jeszcze nad efektywnością przygotowań sił zbrojnych. Odpowiednie zestawienia stanów produkcji /zał. nr 28,29,30,31/ wykazują, że w tych niemal klasycznych gałęziach produkcji przemysłowej, wyższość bloku NATO w 1960 r. dochodziła do: 1,6 - krotnej w produkcji węgla kamiennego, 2,3-krotnej w stali, 3,5-krotnej w energii elektrycznej i 3-krotnej w produkcji ropy naftowej.

Jak można wnioskować na podstawie powyższych zestawień wzrost zapotrzebowania zaplecza na ludzi dla wygrania tego wścigu przez kraje Układu Warszawskiego koliduje z postulatem liczebnego wzrostu sił zbrojnych.^{12/} Stąd też uwidacznia się względność kryterium wielkości liczbowych: zdolnych do

11/ Ponadto, w okresie od 1950 r., należałoby uwzględnić również produkcję materiałów rozszczepialnych zwłaszcza uranu - 235, lecz tymi danymi nie dysponujemy.

12/ Częściowe rozwiązanie daje automatyzacja produkcji lecz tylko w okresie pokojowym. Należy się liczyć z możliwością, że w początkowym okresie wojny powstaną przerwy w dostawie energii elektrycznej i proces automatyzacji ulegnie zahamowaniu.

pełnienia służby wojskowej, faktycznie zmobilizowanych, pracujących na rzecz wojska oraz rzeczywistych rezerw. Informacje te, z natury rzeczy nie mogą być zupełnie ścisłe. Obecna, coraz bardziej złożone potrzeby sił zbrojnych oraz odmienne warunki prowadzenia walki zbrojnej wymagają zaangażowania ludzi z wielu różnych resortów gospodarki narodowej /np. transport, przemysł, łączność, zdrowie itp./ nie koniecznie na drodze mobilizacji, lecz w ramach przejścia kraju na tory gospodarki wojennej. Zgodnie z tym kryterium, do pozostałej, zawodowo-czynnej, części zaplecza, która nie może być zmobilizowana, należałoby m.in. zaliczyć - pracujących we wszystkich gałęziach gospodarki, zaspokajających potrzeby wynikające z wojny, zwłaszcza bezpośrednie potrzeby sił zbrojnych;

- zatrudnionych przy wytwarzaniu środków niezbędnych do życia całego zaplecza;
- zatrudnionych w aparacie administracji państwowej i samorządowej oraz pozostałych dziedzin życia /np. szkolnictwa, zdrowia, kultura itp./.

Oczywista, że stan (wartość) sił zbrojnych jest ściśle uzależniony od sytuacji w dziedzinie gospodarki masami zawodowo-czynnej części społeczeństwa na zapleczu i ich postawy moralno-politycznej. Powiązania te sięgają głęboko w strukturę sił zbrojnych i odzwierciedlają się m.in. w systemie aparatu bezpieczeństwa kraju /np. wojsk wewnętrznych/, który jakkolwiek wliczamy do ogólnego stanu sił zbrojnych, to ze względu na specyfikę wykonywanych zadań nie jest uwzględniany w kalkulacjach operacyjnych w zakresie gęstości i nasycenia frontu. Do tej kategorii należą również wojska kolejowe, delegatury wojskowe przy poszczególnych resortach gospodarki narodowej, pracownicy cywilni zatrudnieni w administracji wojskowej itp. Wydaje się jednak, że mimo powyżej sformułowanych trudności określania ścisłego stanu sił zbrojnych, kryterium stanu osobowego /podległego Ministerstwu Wojny, czy Obrony Narodowej/ można przyjąć jako właściwe dla celów związanych z niniejszą pracą.

Potencjał ludzki sił zbrojnych określają zatem możliwości państwa /koalicji/ wynikające z ogólnych zasobów zawodowo-czynnej części zaplecza, a w ostatecznym rachunku z ogólnego

bilansu stanu ludności. Potencjał ludzki tworzy się siłą rzeczy kosztem zmniejszenia siły produkcyjnej zaplecza.^{13/} Nasuwa się więc pytanie, czy w obecnych warunkach ogólnego wzrostu potrzeb na ludzi dla współczesnych, masowych sił zbrojnych, oraz w zakresie coraz bardziej złożonej /coraz bardziej pracochłonnej/ techniki wojennej istnieją możliwości dalszego zwiększenia maksymalnego dotychczas /tj. dla drugiej wojny światowej/ wysiłki narodów dla uzupełniania strat sił zbrojnych /w warunkach wojny rakietowo-jądrowej/ i jednoczesnego zwiększenia ich stanów liczebnych. Innymi słowy: jakie są możliwości uzyskania i utrzymania przewagi liczebnej /bezwzględnej/ w siłach zbrojnych w warunkach wojny rakietowo-jądrowej, zwłaszcza w jej początkowym okresie?

Odpowiedź na to pytanie jest jednym z problemów węzłowych współczesnej ekonomiki wojennej. Dotychczasowy stan badań nad tym problemem napotyka na szereg trudności obiektywnych wynikających z niemożności ustalenia nawet w przybliżeniu realnych norm intensywności użycia broni rakietowo-jądrowej, a tym samym możliwie zbliżonego do rzeczywistego zakresu strat w ludziach i sprzęcie wojskowym, strat w zakresie środków produkcji na zapleczu, strat w środkach żywności państw /koalicji/ itp. Stąd też wynik analizy stanów produkcji dla zabezpieczenia potrzeb materiałowych i technicznych oraz niezbędnego potencjału ludzkiego sił zbrojnych w stosunku do sił przeciwnika będzie zależał od charakteru zadań i celów politycznych o charakterze agresywnym lub obronnym/ i celów jaki na służyć.

Problem ten zamierzamy traktować w myśl następującej tezy podstawowej:^{14/}

Przyjmując wartość współczynnika strat sił zbrojnych w ciągu roku 20% /max dla sił zbrojnych w drugiej wojnie światowej/ jako minimalną i 60% jako maksymalną w wojnie rakietowo-jądrowej oraz 20% jako przeciętną dla zawodowo-aktywnej części

13/ Do drugiej wojny światowej, zależało to od stanu utecniczenia wojsk: im wyższy poziom techniczny tym większe potrzeby zaplecza na siłę roboczą, a więc - niższe stany wojsk. Por. płk dypl. Cz. Berman: Znaczenie potencjału ludzkiego w wojnie współczesnej. "Myśl Wojskowa" nr 9/1961 s.14-41.

14/ Przy założeniach ogólnych - ujętych we wnioskach z art. płk dypl. Cz. Bermana - s.36.

zaplecza, wysiłek narodu /koalicji/ jest w stanie zapewnić ciągłość uzupełniania strat sił zbrojnych /w/g stanu - 10% stanu ludności/ przez okres nie dłuższy niż 2-3 lata, bez możliwości stałego zwiększenia stanów ilościowych wojsk. W obliczeniu tym nie uwzględnia się wzmożonego zapotrzebowania na aktywnie pracującą część zaplecza do prac związanych z odbudową zniszczonego przemysłu wojennego i innych, niezbędnych do funkcjonowania gospodarki zaplecza w czasie wojny. W przypadku konieczności zaangażowania do tych prac około 30%^{15/} z pozostałej części zawodowo-czynnej ludności zaplecza, okres ten może ulec skróceniu do 1-2 lat. Stąd wynika dodatkowy problem zwiększenia stanu zatrudniania kobiet z 40% do 70% i obniżenie przeciętnego wieku zdolnych do pracy o 3 lata tj. od 16 lat. W tych warunkach postulat utrzymania stanów sił zbrojnych w granicach od 10% stanu ludności kraju byłby zbyt wygórowany: wydaje się, że nie należy zakładać do obliczeń teoretycznych wysiłku wyższego niż 5%^{16/}.

Sformułowanie tej tezy z demograficznego punktu widzenia stanowi tylko część odpowiedzi na pytanie podstawowe /dotyczące warunków kształtowania się wysiłku państwa dla utrzymania przewagi nad przeciwnikiem w toku wojny/. Dalsze części odpowiedzi wynikają bowiem z analizy możliwości ekonomicznych państw /koalicji/, a w szczególności - rozwoju technicznego /np. możliwości zmniejszenia ilości zawodowo-czynnych na drodze zautomatyzowania produkcji/, zabezpieczenia zapasów /surowców, maszyn i żywności itp./ nagromadzonych w okresie pokoju, stanów nakładów na zabezpieczenie zaplecza przed bronią masowego rażenia /tzw. obrona terytorium kraju/. Oczywista, że postawa moralno-polityczna narodu /świadomość konieczności wojny o słuszną sprawę, odporność psychiczna na ponoszone przyspieszenia w uzyskaniu, utrzymaniu i stałym zwiększaniu przewagi nad przeciwnikiem, jest bowiem jej głównym katalizatorem.^{17/}

15/ Por.: płk.dypl.Cz.Berman - s.40 - mówi o 20% ubytku siły roboczej /w/g szacunku USA/ w Niemczech w 1941 r., uważając tę liczbę za wygórowaną.

16/ tamże ▸ str. 38.

17/ Por. K.Knorr: The War Potential of Nations, tłum: Wojennyj potencjał gosudarstw, Woj. Izdat. Moskwa 1950 r. s.60-64.

Nie podejmujemy szczegółowych obliczeń i uzasadnień, gdyż wykraczają one poza ramy niniejszej pracy i stanowią oddzielny przedmiot badań demografii i ekonomiki wojennej. Interesuje nas tylko orientacyjna granica intensywności wysiłku państwa w zakresie uzupełniania strat sił zbrojnych oraz wynikający stąd wniosek ogólny o konieczności uwzględniania tych czynników w analizie perspektyw rozwoju potencjału militarnego. Niektóre aspekty tego zagadnienia rozpatruje się w rozdziale 4 i 5.

2.4. Stopień Przewagi czynników materialnych

W dotychczasowych rozważaniach staraliśmy się wysunąć dwa problemy: pierwszy dotyczy poszerzania treści pojęcia siły militarnej, jako czynnika określającego stan przewagi w ujęciu konwencjonalnym; drugi - dokonania zmian w metodach obliczania wielkości siły militarnej. Wskazaliśmy po krótku na rozbieżności jakie mogą zachodzić w ocenie siły w przypadku stosowania dotychczasowych mierników jej wielkości. Chodzi również, oto, aby wykazać, że sposób oceny siły rósł na gruncie określonych potrzeb związanych z budownictwem sił zbrojnych, ich organizacją i użyciem w wojnie, a ponadto był /w pewnym sensie/ wyrazem teorii sztuki wojennej. W ujęciu historycznym konwencjonalny dzisiaj sposób oceny siły militarnej /bojowej/ był /prawdopodobnie^{1/}/ słuszny tylko w warunkach:

a/ gdy zasada równoważności siły wojsk stron walczących wynikała z jednolitości i prostoty uzbrojenia, podobieństw organizacji wojsk i sposobów walki;

b/ ograniczanie obszarów działań do jednej lub szeregu oddzielnych bitew /starć/ w danej wojnie, lecz prowadzonych w różnym czasie;

1/ Warunkowość ta wynika z braku możliwości dokonania obiektywnej analizy tych problemów. Przyczyna główna polega na braku, bądź istnieniu, w różnym stopniu, nieścisłych informacji o stanach wojsk walczących, ich uzbrojeniu itp. Wspomina o tych przyczynach Clausewitz oraz potwierdza je wielu historyków i teoretyków późniejszej, posługując się conajwyżej danymi orientacyjnymi /Delbrück, Rjazin, Foch, Kukiel itp./ Do problemu tego wrócimy jeszcze w toku dalszych rozważań.

c/ niezależności wojsk w toku wojny od zaplecza zwłaszcza w zakresie: zaopatrzenia, uzupełniania strat rzeczowych i ludzkich, infrastruktury itp.:

d/ braku bezpośredniego zainteresowania mas ludowych przebiegiem i wynikiem wojen.

Wysunęliśmy, naszym zdaniem, warunki zasadnicze gdyż obejmują elementy stanowiące zarówno o głównej treści każdej doktryny wojennej i podstawach ekonomicznych wojny jak i jej celu społeczno-politycznego, a więc czynniki określające mechanizm każdej wojny.

Jak można sądzić, zespół tych warunków, stosunkowo najpełniej odzwierciedlał wojny prowadzone w Europie do Okresu Odrodzenia. Bitwy sprowadzały się do starć poszczególnych żołnierzy, stąd też ich wynik przesądzała strona liczebnie silniejsza. "Strategia prawie nie istniała, a taktyka ograniczała się do techniki walki indywidualnej"^{2/}. "Średniowieczny zamęt"^{3/}, jak Engels określa sytuację wojsk państw Europy zachodniej, odzwierciedlał się m. in. w cechowej, pod względem treści i formy, organizacji wojsk i sztuce wojennej^{4/}. Ogólnie rzecz biorąc do XV w. nie można mówić o teoretykach wojskowych. 5/ [4] "Koncepcja bitwy w tym okresie była tak prymitywna jak walka zwierząt: bić się przy każdym spotkaniu, niezależnie od perspektyw"^{6/}. Decydującym kryterium oceny wartości siły była liczebność wojsk. Problem przewagi starano się niekiedy rozwiązywać przez stosowanie wzorów z historii starożytnej /skupienie

2/ D.O. Smiżal: Doktryna wojenna USA; Wyd. MON 1957. s.58.

3/ F.Engels: Statii iz Amierykańskoj Encikłopedii. Armija, s.158. Izbrannyje wojennyje proizwiedienija; Wojennoje Izdat. Min. Obrony SSSR, Moskwa 1956.

4/ F.Mehring: Pisma Wojskowe. Wyd. MON, s.111.

5/ Co najwyżej w bardzo nielicznych pracach wojskowych ograniczono się tylko do cytowania lub interpretacji starożytnych historyków i teoretyków wojskowych /np. Wegecjusza/; [16] w/g E.Riazina: Historia Sztuki Wojennej, t.II s.21. Wyd. MON, 1960.

6/ D.O. Smiżal: s.58. Charakterystyka zbyt uproszczona, jednak w pewnym sensie obrazuje sytuację.

przeważających sił we właściwym czasie i miejscu/, jednak nie przywiązywano do tego większego znaczenia. Sztuka wojenna schodziła na drugi plan przed ilością wojsk; "... armie zgrupowane do walki były faktycznie bezsilne wobec lepiej zorganizowanych wojsk takich, jak mongolskie lub mahometańskie"^{7/}.

Kryterium oceny wartości siły wojska stanowiła wówczas liczebność stanu bojowego, tj. ilość wojowników /bez personelu pomocniczego, obozów itp. jako z reguły biernych obserwatorów bitwy/. Kryterium to było również słusznym w okresie późniejszym, niemal do okresu wojen napoleońskich, jakkolwiek nowe prądy społeczno-polityczne wprowadzały do sztuki wojennej szereg elementów zmieniający^{ch} charakter działań. Nawet najważniejszy z nich - manewr - /stał się nawet na przełomie XVII i w XVIII wieku sam dla siebie sztuką^{8/}/ nie zmienił znaczenia czynnika siły fizycznej. "W rezultacie armie nigdy nie rozpoczynały boju, "jeżeli nie miały zapewnionej przewagi"^{9/}. Jeszcze Clausewitz ocenia współczesne mu armie "tak do siebie podobne uzbrojeniem, ekwipunkiem i wyszkoleniem, że pomiędzy najlepszymi, a najgorszymi zachodzą pod tym względem zaledwie dostrzegalne różnice"^{10/}. Stąd też ocenia, że przewaga liczebna staje się z dniem każdym coraz bardziej decydująca"^{11/}.

Wprowadzenie na uzbrojenie wojsk broni palnej, zmieniło strukturę wojska: piechota stała się podstawowym rodzajem sił zbrojnych. Następuje okres zwiększenia stanów osobowych wojsk w tych państwach, gdzie proces rozsadzania feudalnych stosunków społecznych przebiegał szybciej /Czechy, Włochy, Francja, Anglia/. Rozwój bazy technicznej /wynikający z nowych stosunków produkcji/ wpływał na zmiany w sposobach prowadzenia

7/ D.O. Smith: s.58.

8/ Por. np.S.Mossor: Sztuka Wojenna w warunkach nowoczesnej wojny, s.307-310. Wyd.WINW, Łódź, 1945.

9/ Daniel Defoe: An Essay on projects, Eassell and Co.Ltd., London 1894; s.149-164. Za: D.O. Smithem, s.59.

10/ Clausewitz: O wojnie, t.I s.283.

11/ Clausewitz: tamże, s.283.

walki: na pierwszy plan wysuwały się tendencje do prowadzenia działań manewrowych w oparciu o system twierdz [19]. Zmiany w sposobach prowadzenia działań nie wpłynęły jednak na ocenę wartości sił. Doszedł nowy czynnik: broń palna, który wobec zachowania dawnego sztywnego szyku bojowego w momencie starcia nie spowodował jakościowego skoku w ocenie wartości sił. Nadal ilość, odtąd piechoty uzbrojonej w broń palną, stanowiła podstawowe kryterium tej oceny. Dążenie do uzyskania przewagi w tej broni nabrało cech powszechnej obiektywnej prawidłowości. W warunkach starcia jakościowo i ilościowo równorzędnych stron powodzenia uzyskuje oczywiście ten kto zastosuje bardziej efektywny sposób działania. Do niezwykle rzadkich należą wypadki, aby strona dwukrotnie słabsza wygrała bitwę tylko w wyniku lepszego działania^{12/}. Ten wskaźnik przewagi uwzględnianej na szczeblu operacyjnym występuje nadal i jak stwierdza S. Mossor, sięga XX w.^{13/}.

Problem oceny wartości sił, a tym samym i wskaźnika przewagi, stawał się bardziej złożony, gdy cele wojny dotyczyły bezpośrednio interesów mas ludowych, szczególnie gdy one same występowały jako jedna ze stron walczących. Pośte porównanie stanów ilościowych jednostek bojowych straciło znaczenie, gdyż naruszona została zasada, równoważności wartości bojowych jednostek obu stron. Inne bowiem były źródła siły mas ludowych i inne cele walki z odmiennego uzbrojenia i organizacji wojska wyrastały odmienne formy i sposoby walki. Nowy typ piechoty narodowej /Husyci [11], Szwajcarzy [12], piechota mieszczan niderlandzkich [13], piechota rosyjska [14] / stawał się coraz silniejszym narzędziem ówczesnych wojen. Wojna, jak mówi Marks, była wówczas jedną z form stosunków zewnętrznych.

Dla zilustrowania kształtowania się wskaźnika przewagi ilościowej, liczonej według kryterium stanu bojowego, przytaczamy zestawienie stanów walczących stron niektórych

12/ Clausewitz: O wojnie, t. I, s.171, 284.

13/ S. Mossor: Sztuka wojenna w warunkach nowoczesnej wojny. Wyd. WINW, Łódź 1945, s.185-186.

bitwach prowadzonych w okresie od XIII do XVI w. /zał. nr 1/^{14/} Przewaga w stanach osobowych na polach bitew zazwyczaj nie przekraczała półtorakrotnej. Do uzyskania przewagi dwukrotnej lub wyższej dążono tylko wówczas, gdy z uwagi na cel walki i niekorzystny międzynarodowy układ się liczone się, że jedna bitwa może doprowadzić do uzyskania ostatecznego zwycięstwa /np. w walkach o wyzwolenie społeczne/.

Ogólnie rzecz biorąc na 29 bitew w 17 przypadkach zdecydowała o powodzeniu przewaga liczebna jednej ze stron, w 5-występowały siły ilościowo równe, a w 7 - siły słabsze pokonały silniejszego przeciwnika. Ta ostatnia wersja zasługuje przy tym na szczególną uwagę. Gdyby bowiem uwzględnić, że przytoczone przez niektórych historyków /Delbrück, Riazin, Kukiel/ dane o stanach wojsk nie są zupełnie ścisłe, lecz orientacyjne, mniej lub bardziej przybliżone, wówczas z pośród powyższych 7 przypadkach należałoby wyłączyć 1 bitwę /pod Fernow/ w której mogła występować niemal równowaga sił. Wynika to ze zbyt ogólnej liczby stanu sił króla Neapolu /30.000 ludzi/. Podobnie można również interpretować stany sił pod Bouvines, Granson i Poitiers.

Rozpatrując stopień przewagi ilościowej wojsk w zależności od charakteru wojen dochodzi się do wniosku, że w znacznej większości przypadków właśnie ta przewaga zdecydowała o powodzeniu strony prowadzącej wojnę sprawiedliwą. Wynika to z zestawienia wyników bitew w wojnach sprawiedliwych prowadzonych w rozpatrywanym okresie /zał. nr 2/.

14/ W związku z obiektywnymi trudnościami w uzyskaniu ścisłych informacji historyczno-źródłowych, wykaz stanów wojsk /zał. nr 1/ potraktowano statystycznie, jako zestawienie dokonanej próby losowej na bardzo dużej ilości bitew. Przyjęto bowiem /umownie/, że informacje o wszystkich bitwach są jednakowo ścisłe, lecz do rozważań wybrano spośród nich /drogą losowania/ tylko niektóre. Takie ujęcie /dla celów orientacyjnych/ nie podważa słuszności powyższego założenia, które pozwala nie uwzględniać tych bitew i starć, jeśli w źródłach, spotykano informacje zbyt ogólne lub dotyczące tylko jednego z przeciwników. Należy również mieć na uwadze znaczne nieścisłości co do stanów wojsk. Historycy i kronikarze tego okresu na ogół nie przywiązywali większego znaczenia do obliczania i statystycznego ujęcia ilości sił zbrojnych, sprzętu bojowego itp. Najczęściej pomijano te dane lub zniekształcono je, przy czym zależnie od doraźnych celów politycznych, zwiększono stany wojsk lub zmniejszono nieraz kilkakrotnie. Taki stan trwał dość długo [3], a można sądzić, że również wiele informacji z ubiegłych dwóch wojen światowych nie jest dostatecznie ścisłych. Jest to zjawisko logicznie niewytłumaczalne w okresie rozkwitu teorii statystyki.

W powyższych 16 bitwach w 8 przypadkach zdecydowała o powodzeniu przewaga liczebna, 3 bitwy prowadzono prawdopodobnie w warunkach równowagi sił, a o zwycięstwie zdecydowała strona lepiej przygotowana i stosująca bardziej nowoczesne sposoby działań /Ruś, piechota szwajcarska, feudałowie niemieccy/. Wojska prowadzące wojny sprawiedliwe zwyciężyły przeciwnika w 12 bitwach, przy czym w 5 - przesądziło jej wynik przewaga sił, w 2 - wystąpiła równowaga, a w 5 - siłami mniejszymi, lecz bardziej nowoczesnymi pokonano przeciwnika od 1,1 do 2,9-krotnie liczniejszego. W pozostałych 4 bitwach wojska prowadzące wojny sprawiedliwe ulegały przewadze ilościowej przeciwnika /pod Agnadello/ oraz wskutek gorszej organizacji wojsk, niedostatecznej dyscypliny, ugodowości przywódców wobec feudałów itp. /wojna chłopska w Niemczech/.

W 12 bitwach wojen niesprawiedliwych dla obu stron /między feudałami/ /zał. nr 3/, z pośród 28 rozpatrywanych, w 7 przypadkach zdecydowała o powodzeniu przewaga ilościowa, w 2 - występowały siły ilościowe niemal równe, lecz powodzenie uzyskała ta strona, która lepiej przygotowała się do bitwy /anglicy pod Crecy/, bądź zastosowała nowocześniejszą technikę /hiszpanie pod Pawią/.

Jak wynika z powyższych zestawień przewaga liczebna stanowiła wówczas jeden z najważniejszych czynników wpływających na wynik bitwy. W 19 bitwach /na 29/ przewaga ta nie przekraczała jednak dwukrotnej, a tylko w 2 bitwach była wyższa. Trudno zatem zgodzić się z Clausewitzem, który dowodzi, że "przez długi czas nie uważano liczebności sił zbrojnych za rzecz pierwszorzędnej wagi"^{15/}. Można przyjąć, tylko, że główną część winy za brak informacji ponoszą historycy i kronikarze /nieliczni wówczas/, którzy z różnych przyczyn nie notowali właściwych stanów sił zbrojnych. Natomiast organizatorzy wojen i bitew, zwłaszcza państw ekonomicznie silniejszych, niemal zawsze dążyli do uzyskania nad przeciwnikiem maksymalnej przewagi liczebnej, samodzielnie lub na drodze sojuszów /koalicji/.

15/ Clausewitz: O wojnie Wyd. MON, str. 171.

Przełom XVI na XVII stulecie otwiera nowy okres formowania się zdecydowanie materialistycznych poglądów na rolę czynników materialnych w sztuce wojennej. Młoda burżuazja w walce zbrojnej z feudalizmem tworzyła nowe zasady walki w ścisłej więzi z rozwojem nauk ścisłych /matematyki, astronomii, mechaniki, ekonomii/. Pojęcie siły wojsk uzależniało się coraz bardziej od możliwości ekonomicznych krajów w zakresie utrzymywania coraz wyższych stanów sił zbrojnych i nowocześniejszej ich technizacji. Rozwój techniki wojennej /zwłaszcza masowe wprowadzenie broni palnej/ wywołał konieczność dokonania zmian w strukturze organizacyjnej wojsk i sposobach prowadzenia walki zbrojnej. Piechota wypierała rycerstwo, mieszczaństwo narzuciło typ wojny oblężniczej o miasta umacniane systemem twierdz. /Festungskrieg/.

Potencjał militarny państwa burżuazyjnego siłą rzeczy uzależniał się od liczebności sił zbrojnych własnych i możliwych sojuszników, stanu rezerw ludzkich, bazy surowcowej i przemysłowo-technicznej oraz infrastruktury. Przesłanki ekonomiczno-polityczne zdecydowanie kształtowały ilościową stronę sił zbrojnych oraz doktryny ich użycia [17] .

Warunek uzyskania maksymalnej przewagi bezwzględnej nad przeciwnikiem, jako jedyna możliwa gwarancja powodzenia, mógł być rozpatrywany tylko na płaszczyźnie czynników materialnych. Coraz ważniejszą rolę zaczął wówczas odgrywać /począwszy od XVIII w./ ilościowy stan ludności kraju /możliwości mobilizacyjne/ 16/, oraz wzrost produkcji wojennej koncentrowanej w ręku państwa.

Wartość sztuki wojennej, jako narzędzia polityki państwa, zależała od stopnia dynamiki rozwoju gospodarczego. Okres wojen napoleońskich, a następnie - maszynowych jest dobitnym wyrazem tych powiązań. O wartości przewagi bezwzględnej sił zbrojnych, a więc o wyniki kampanii czy wojny zaczęły już decydować stosunki ilościowe między potencjałami ekonomiczno-wojennymi państw walczących.

16/ Np. system poboru rekruta w Rosji wprowadzono w 1705 r., a powszechny obowiązek służby wojskowej w 1874 r. Podobnie było i w innych państwach Europy. We Francji rozpoczęto masową rekrutację mężczyzn w wieku 18-25 lat na podstawie dekretu z 16.3.1793 r./, a powszechną służbę wojskową wprowadzono w 1872 r. Por: B.C. Uralnis: Wojny i narodotwórczość Europy. Izdat. Socjalno-Ekonom. Litieratury, Moskwa 1960. str.500-501.

W odróżnieniu od wojen do XVII wieku, w manufakturowym, a następnie w maszynowym okresie wojen dwukrotna przewaga ilościowa /w skali operacyjnej/ stawała się wypadkiem jeszcze rzadszym, [5] i można ją uważać, z jednej strony jako granicę wydajność sztuki wojennej, z drugiej zaś jako równoważny tej granicy, maksymalny stopień przewagi potencjałów ekonomiczno-wojennych, występujących wśród głównych państw /bloków, koalicji/ w Europie.

Problem uzyskania maksymalnej przewagi bezwzględnej w potencjałach ekonomiczno-wojennych stał się dla rywalizujących państw kapitalistycznych czynnikiem kształtującym stosunki polityczno-gospodarcze, a tym samym i sojusze wojskowe /koalicje/.

x
x x

Dla naszych rozważań istotne znaczenie posiada jednak nie tyle problem wskaźników maksymalnych czy minimalnych przewagi, ile - wskaźników średnich dotyczących czynników materialnych^{16/} przewagi bezwzględnej, gdyż taką głównie przewagą rozpatrujemy. Trzeba przy tym stwierdzić, że niezwykle złożony charakter analizy czynników i współzależności między nimi, składających się na wartość siły militarnej, pogłębiają poważne rozbieżności występujące w materiałach historyczno-źródłowych, dotyczących stanów bojowych wojsk, przy równoczesnym braku możliwości weryfikowania tych informacji. Dlatego też, opierając się na dostępnym materiale statystycznym /uwzględniając, naszym zdaniem, najbardziej wiarogodne zestawienie stanów ilościowych/, będziemy wszelkie przytoczone wielkości traktowali jako mniej lub bardzo zbliżone do rzeczywistych. W tych warunkach musimy bowiem zrezygnować z wyznaczania matematycznie ścisłych wartości liczbowych tych wskaźników /w przypadkach rozpatrywanych z kolei bitew, kampanii i wojen/, a ograniczyć się do określania kierunku zmian ilościowych wyrażanych przez zbiór tych wartości.

16/ Clausewitz: O wojnie, t.I.rozdz.: Przewaga liczebna; s.93.

Podstawowa teza jaką wysuwamy, dotyczy procesu stałego obniżania się wskaźnika przewagi bezwzględnej czynników materialnych /reczowych i ludzkich/ od wielkości 3, którą można przyjąć jako graniczną w przedmanufakturowym okresie wojen, do wielkości granicznej 2 w okresie manufakturowym i początkach okresu maszynowego, a następnie do 1, tj. ku równowadze wartości ilościowych obu stron w końcu tego okresu. Przyczyny tych zmian tkwią zarówno w mechanizmie rozwoju społecznego i gospodarczo-politycznego jak i techniczno-wojskowego państw /bloków potencjalnych przeciwników/, tworząc spłot sprzeczności wewnętrznych w tych dziedzinach oraz zewnętrznych tj. barastających między nimi. Dążenie ku "równowadze" jest obiektywnym prawem rozwoju, lecz stan równowagi jest równoznaczny ze skokiem jakościowym w tym rozwoju, przy czym przesłanki do tego skoku narastają w starym układzie stosunków tym szybciej im bliższy jest stan równowagi.^{17/} Przenosząc powyższe na przedmiot naszych rozważań, możemy więc wysunąć tezę o wkraczaniu zjawiska walki zbrojnej we wstępny etap skoku jakościowego: dotychczasowe zmiany "jednorodne" /nazywane w filozofii ilościowymi/, zachodzące w kształtowaniu się stanu liczebnego czynników materialnych siły militarnej, gromadzą się na gruncie sprzeczności rozwojowych /wewnętrznych i zewnętrznych/ i zmieniają istotę /treść/ tych czynników, a więc i ich rolę oraz znaczenie w procesie walki zbrojnej.

Istnieje również oddziaływanie odwrotne: nowy charakter walki zbrojnej /a w uogólnieniu - wojny/ wywiera również wpływ na przyspieszenie przekształcania się form materialnej bazy tej walki /wojny/.

Powyższą tezę zilustrujemy materiałem historycznym.

W wyniku zakończenia podziału świata na sfery wpływów możnaby uważać, że zdeterminowane zostały nie tylko globalne wskaźniki przewagi potencjałów ludzkich, lecz i rzeczowych. Jednak do I wojny światowej liczebność sił zbrojnych określały

17/ G.Lem: O pierechodie ot starogo kacziestwa k nowomu w obszczestwiennom razwitii. Gosud. Izdat.Polit.Litieratury; Moskwa 1958, s.119-176.

W.I.Swiderskij: Protiworecznost dwiżenija i jeje projawlenija. Izdat.Leningradskogo Uniwersitietia; 1959, s.5-17.

z reguły maksymalne stany ludności państw /potencjalnych przeciwników/. Nie uwzględniano bowiem w dostatecznej mierze nakładów siły roboczej zaplecza na produkcję wyposażenia sił zbrojnych^{18/}.

Zasadniczy wzrost sił zbrojnych głównych państw kapitalistycznych następuje po wojnie francusko-pruskiej /1871/. Z porównania stanów wojsk na stopie pokojowej z ilościowymi mieszkańcami w okresie od 1874 r. do początku wojny w 1914 r. /zał.nr 17/ wynika, że w ramach tworzących się koalicji, a mianowicie:

	Rosja, Francja, Anglia		Stosunek w siłach zbrojnych	Niemcy, Austria		Stosunek ilości mieszcz.
	Stan ludności /w tys./	Stan sił zbrojnych na stopie wojennej		Stan sił zbrojnych na stopie wojennej	Stan ludność, /w tys./	
1874	151.500	3.965	1,24:1	3.294	107.000	1,43:1
1884	159.000	4.813	1,4:1	3.434	114.000	1,4:1
1894	183.00	7.930	1,18:1	6.744	127.000	1,44:1

przewaga przyszłej Ententy w siłach zbrojnych na stopie wojennej nieznacznie tylko przekraczała 1,4:1, przy utrzymywaniu się takiego samego stosunku ilości mieszkańców obu bloków /bez mieszkańców kolonii/.

W początkowym okresie pierwszej wojny światowej stany ludności i sił zbrojnych obu bloków przedstawiały się następująco /zał. nr 18/:

18/ A.Łagowski: Strategia i ekonomika, Wyd. MON 1959. s.114-116. B.C. Uralnis: Wojny i narodo - nasielenije Jewropy; Moskwa 1960, s.501.

	Stan ludności /w tys./	Siły zbrojne okresu pokojowego	Planowana ilość sił zbrojnych okresu wojennego /w tys./	Stan sił lądowych w Europie /w tys./	Zamierzony wysiłek mobilizacyjny /w tys./
Ententa	258.000	3.250	10.000	5.726	3,9
Państwa Centralne	118.000	1.341	6.122	3.485	5,2
Stosunek	2,2:1	2,4:1	1,6:1	1,6:1	

Ententa posiadała przewagę w ludności w stosunku 2,2:1, lecz w siłach zbrojnych przewaga spadła ze stosunku 2,4:1 /w okresie pokojowym/ do 1,6:1, gdy państwa centralne zwiększyły wysiłek mobilizacyjny do 5,2%. Według oceny niemieckiego sztabu generalnego, potencjalne możliwości obu stron w stanach sił zbrojnych przedstawiały się następująco^{19/}:

Front Zachodni /w tys./	Państwa Centralne	Front Wschodni
Francja: 2.150 20/	Niemcy: 2.147	Rosja: 2.712 20/
Belgia: 100		Czarnigóra: -
Anglia: 132 20/	Austria: 1,400	Serbia: 285
Razem 2.382	3.547	2.997

19/ Reichsarchiv: Der Weltkrieg 1914-1918. Erster Band: Die Grenzschlacht im Westen, s.21-22. Verlag E.S. Mittler u.Sohn, Berlin 1925.

20/ Nie uwzględniono /w Reichsarchiv/:

Francja: - 127.000 żołnierzy na Korsyce i w póln Afryce,
 Rosja: - 350.000 żołnierzy na Syberii,
 Anglia: - nieznana ilość żołnierzy z kolonii i wojsk teryt.

Razem - conajmniej 477.000 żołnierzy, wobec czego siły Ententy wzrosły do 5.856.000 lub wyżej.

Ogółem przeciw państwom centralnym - 5.379, co daje Entencie przewagę bezwzględna 1,5:1. Ten niekorzystny stan sił zbrojnych państw centralnych niemiecki Sztab Generalny przedstawia bardziej optymistycznie gdy przelicza go w ilościach dywizji, tj. $158\frac{1}{2} : 204 = 1:1,3$ ^{21/}, gdyż:

Rosja i Serbia: ogółem 112 dyw. w Europie /oraz 18 z Syberii/

Francja, Anglia i Belgia 92 dyw.---

Razem: 204 dyw.

Niemcy 87 $\frac{1}{2}$ dyw. /w tym 29 rezerwow^{22/}
22 " /odpowiadające 44 $\frac{1}{2}$ /
dywizjom Landwehry

Austrio-Węgry 49 "

Razem 158 $\frac{1}{2}$ "

Francuski sztab generalny natomiast zakładał w swych kalkulacjach, że na froncie zachodnim wystąpi przewaga Niemiec w stosunku 1,2:1^{22/}. Historyk radziecki A.Zajonczkowski podaje z kolei, że stan sił zbrojnych obu koalicji wynosił ogółem 480 dywizji obliczeniowych /nie licząc floty/, w tym 408 dywizji piechoty /85%/ i 72 dywizji kawalerii^{23/}. W stosunku do danych Reichsarchiv jest to ilość o 33% większa.^{24/}

Zmiany ilościowe, zachodzące w uzbrojeniu podstawowym, coraz bardziej uwypuklają tendencje obniżania się wskaźnika przewagi ilościowej i wzrostu roli efektywności użycia wojsk w tych warunkach.

Jeśli przyjmiemy /również ze znacznym przybliżeniem/, że w wojnach prowadzonych do 1890 r. wartość bojowa uzbrojenia głównych państw kapitalistycznych była na ogół jednakowa [45], to wtedy wyższość bojową związków taktycznych i operacyjnych można było jeszcze oceniać liczebnością sił. Jednak coraz większe różnice występujące w uzbrojeniu sił zbrojnych /wyścig

21/ Reichsarchiv, Bd I s.23. Wynika to m.in. stąd, że dywizja rosyjska liczyła 17.000 ludzi, niemiecka 13.000 ludzi, a austrowęgierska - 15.000 ludzi.

22/ W.A.Melichow: Strategischeskoje razwiertywanije. Wojenizdat Moskwa 1939.s.187-191. Stan liczebny sił Francji i Belgii /rozwinętych w/g planu francuskiego nr 17/ wynosił 1.325 tys.a Niemiec - 1.600 tys.

23/ A.Zajonczkowski: Mirowaja wojna 1914-1919, t.1. Gos Wojennoje Izdat.Narkom.Oborony, Moskwa 1938.s.20-21.

24/ Przytoczone przykłady rozbieżności w ocenie sił są typowe dla Historii sztuki wojennej. Do wyjątków należą przypadki jednoznacznego ustalania sił obu stron, i to z reguły na niskich szczeblach operacyjnych lub taktycznych.

dla uzyskania coraz wydajniejszej broni w skali masowej^{25/} / podważają słuszność tego sposobu obliczeń. W przypadkach, gdy stany ilościowe w ludziach u obu stron są podobne, to metoda porówniania ilości związków taktycznych /operacyjnych/, bez uwzględniania efektywności bojowej ich uzbrojenia może doprowadzić do błędnych wniosków.

Przytoczamy szereg przykładów z początkowych okresów dwóch ubiegłych wojen światowych.

Stany sił rosyjskiego Frontu Południowo-Zachodniego i armii austro-węgierskich na dzień 18 sierpnia 1914 r. wynosiły:

	Ilość dywizji		Stany ludzi	Ilości		
	piech.	kawa- lerii		baon- nów	szwa- dro- nów	dział art.
4,5,2,8A rosyjska	34,1/2	12 ¹ / ₂	700.000	576	334	2099
1,4,3 A austr. oraz dwie gru- py: Koevessa i Kummera	35 ¹ / ₂	11	971.000	743	387	2142
stosunek ok.	1 : 1	1,1:1	1 : 1,4	1:1,25	1:1,1	1:1,1

25/ Mjr G.M. de Gruyther, analizując doświadczenia wojen w okresie 1866-1870, dochodzi m.in. do wniosku: "Atak, prowadzony przez oddział liczebnie mniejszy, nie ma dziś już widoków powodzenia. W tym względzie mówi Bogusławski /autor wojskowy pruski/: "Przed wprowadzeniem karabinów odtylcowych zdarzały się liczne zwycięstwa odniesione przez słabszego przeciwnika /chodzi tu o walki taktyczne/, ale dzisiaj szanse atakowania z powodzeniem przeciwnika silniejszego liczą, a równowagę sprawnością bojową zredukowały się do minimum". "Zasady Taktyki". Tłum.z III-go wydania angielskiego. Wyd."Życie" Kraków, str.107. /Wyd. nie podało roku wydania książki, lecz można przypuszczać, że ukazała się w okresie 1907-1912/.

Występująca tu pozorna równowaga sił,^{26/} liczona w/g ilości dywizji, nie ma pokrycia w rzeczywistych stanach wojsk. Jeśli ponadto uwzględnić niedostateczny stan zaopatrzenia armii rosyjskich /zwłaszcza w amunicję^{27/}, brak działań rozpoznawczych w strefach przygranicznych oraz błędy w rozwinięciu strategicznym obu stron, wówczas klęska 4 i 5A rosyjskiej była konsekwencją ich słabości, a nieoczekiwane zamrożenie frontów /po 3 dniach nieudolnie zaimprovizowanych walk/ nastąpiło przede wszystkim w wyniku popełnienia przez dowództwo austrijackie szeregu kardynalnych błędów. Przebieg wydarzeń w sierpniu i wrześniu 1914 r. na wschodnio-europejskim teatrze działań wykazał ponadto, że żadna ze stron nie zrozumiała zmian zachodzących w charakterze wojny, a wynikających m. in. z wprowadzonej, coraz bardziej złożonej techniki bojowej, Technika ta, głównie zmasowany ogień broni maszynowej, naruszyła siłę /efektywność/ konwencjonalnych środków natarcia, a tym samym - i sposoby prowadzenia tych działań zgodnie z przyjętymi ogólnie zasadami. M.in. na froncie zachodnim zakłamały się poglądy płk Grandmaison'a forsującego zasady "natarcia za wszelką ceną".

26/ Zestawienie sił w/g W.A. Melichowa: "Strategičeskoje razwiertywanije". Gosud. Wojen. Izdat. Narkoma Oborony SSSR Moskwa 1939. str. 314-317 oraz schemat nr 16.

27/ Tamże - str. 246, 289, 320. Np. piechota rosyjska posiadała od 15 sierpnia /tj. 16 dnia mobilizacji/ po 25 nabojuw na karabin.

Inny przykład:
Stany sił na froncie wschodnio-pruskim na dzień 17 sierpnia 1914 r. w/g niektórych źródeł:

Armie	Ilość dywizji		Ilość lu- dzi	I l o ś ć				źródła
	piech.	kawa- lerii		baonów	szwa- dronów	dział art.	samolotów	
1 i 2A rosyjska	19	8 ¹ / ₂		292	196	1134	54	a/
	nie podaje			304	196	1160	-	b/
	21	10	395,000	354	251	1332	-	c/
8A niemiecka	14 ¹ / ₂	1		192	95	938	56	a/
	13	1	173,000	170	82	794	-	c/
stos. sił	min	1,3:1	-	1,5:1	2:1	1,2:1	1:1	
	max	1,6:1	-	2,3:1	2,1:1	1,7:1	1:1	

Źródła:

- a/ F.Chramow: Wostoczno - pruskaja opieracja. Wojenizdat Moskwa 1940. str. 14. Autor stwierdza, że z powyższych ilości batalionów piechoty rosyjskiej nie brało udziału w walkach: 8 batalionów z 1A i 22 bataliony z 2A, gdyż znajdowały się w garnizonach /na tyłach/.
- b/ W.A.Melichow: Strategiczskoje razwiertywanije. Wojenizdat, Moskwa 1939. str.310.
- c/ Reichsarchiv: Der Weltkrieg 1914-1918. Zweiter Band: Befreiung Ostpreussens. Verlag Bei E.S.Mittler u.Sohn. Berlin 1925, s.238. W stanach wojsk rosyjskich nie uwzględniono wojsk rejonu Warszawy w ilości: 76 baonów piechoty, 80 szwadronów kawalerii i 288 dział. Wojska te nie miały bezpośredniego wpływu na działania 1 i 2A. W stanach wojsk niemieckich nie uwzględniono stałych załóg twierdz w Prusach Wschodnich. Ilość dywizji obu stron - Reichsarchiv, Bd.2, s.51.

Rozbieżności w ocenie stanów sił występują zarówno w obliczeniach dokonywanych przez dowództwo obu stron jak i przez historyków. Np. w/g oceny Naczelnego Dowództwa wojsk rosyjskich w dniu 11 sierpnia Niemcy posiadali ogółem 100 batalionów piechoty, a siły własne /1 i 2A/ oceniano na 208 batalionów piechoty i 228 szwadronów kawalerii. W rzeczywistości zaś siły 1A w tym czasie były słabsze i wynosiły 67 batalionów piechoty, 129 szwadronów kawalerii i 238 dział, /tj. w piechocie o ok. 40%, a w artylerii - 24% mniej/. Wojska 2A składały się z 112 batalionów piechoty i 96 szwadronów kawalerii^{28/}. Ogółem więc w 1 i 2A było 179 batalionów piechoty i 225 szwadronów kawalerii, czyli o 31 batalionów piechoty mniej. Wychodząc z tak nieścisłych informacji "Stawki" wydała dyrektywę do działań zaczepnych, zamierzając wykonać manewr typu "Kanny"^{29/}.

Podobne rozbieżności występują również przy ocenie sił w toku kampanii w Prusach Wschodnich Np.:

Stan sił przed frontem A /ros/ na odcinku ok. 70 km w dniu 20 sierpnia:

28/ F.Chramow: str.9-11, W.Melichow: str.300-301.

29/ W.A.Melichow: str.300. Dyrektywy nr 345 i 3321 z 10 i 12 sierpnia przewidywały rozwinięcie strategiczne 1 i 2A w/g planu z 1912 r. i rozpoczęcia głębokiej operacji oskrzydłającej w dniu 13 sierpnia.

		Ilość dywizji		Ilość lu- dzi	I l o ś ć				źródła
		piech.	kawa- lerii		ba- nów	szwa- dronów	dział art.	km	
1A /ros./		6 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂		86	130 ¹ / ₂	408	252	d/
		6 ¹ / ₂	5 ¹ / ₂	133.000	104	124	402	-	e/
8A /niem/		-	-	-	105	55	508	204	d/
		9	1	123.000	110	63	542	-	e/
Stos. sił	min	-	-	-	1:1	2:1	1:1,2	-	
	mx	1:1,4	-	1,1:1	1:1,3	2,3:1	1:1,3	1,2:1	

Zródka:

d/ Reichsarchiv - Bd.2, s.99. Wspomina się ponadto, że w stanie sił rosyjskich brak 22 batalionów piechoty, 9¹/₂ szwad. kawalerii i 20 km/ów, przy czym nie wiadomo, gdzie te oddziały znajdowały się podczas bitwy Por. - stany sił - s.270.

e/ F.Chramow: - st.14. W/g W.A.Melichowa ilość dział wynosiła 429, por. str.310.

Powyższe zestawienie wskazuje na ile niepewne jest stosowanie kryterium ilości związków taktycznych przy obliczaniu stosunków sił. Wynik 1:1,4 na korzyść 8A w ilości dywizji piechoty i 1 :1,3 w ilości batalionów piechoty odpowiada bowiem stosunkowi 1,1:1 na korzyść 1A rosyjskiej licząc w/g stanów liczebnych wojsk obu stron.^{30/} Przy założeniu równoważności jakościowych uzbrojenia ówczesnych armii, nie uwzględnianie ilości ludzi w jednoszkach obliczeniowych może doprowadzić do poważnego błędu w planowaniu operacji.

Podobna sytuacja istniała również przed frontem 2A rosyjskiej. Wskazuje na to poniższe zestawienie sił w/g stanu na dzień 26 sierpnia 1914 r.

30/ Wynika to z różnicy w stanach ludzi w dywizjach obu stron. Dywizja rosyjska składała się z dwóch brygad po dwa pułki cztero batalionowe - ogółem 17.000 ludzi. Dywizja niemiecka składała się także z dwóch brygad po dwa pułki, lecz trzy batalionowe - ogółem 13.000 ludzi. Por.: Reichsarchiv, Bd. 2, Anlage 2: Vergleich des Kampfwertes deutscher, russischer und oesterreichisch - ungarischer Truppenverbände.

	Ilość dywizji		Ilość lu- dzi	I l o ś ć				źródła
	piech.	kawa- lerii		ba- nów	szwa- dronów	dział art.	km	
2A /ros/	9	3	brak da- nych	142	72	456	-	e/
8A /niem/	12	-		160	48	714	-	
Stos.sik.	1:1,3			1:1,1	1,5:1	1:1,6		
2A /ros/	10 ³ /4	3	191.000	175	99	612	384	f/
8A /niem/	12	-	153.000	153	58	728	296	f/
Stos.sik.	1:1,1		1,2:1	1,1:1	1,7:1	1:1,2	1,3:1	

Zródła:

e/ F.Chramow: str.29.

f/ Reichsarchiv: Bd.2, s.240.

Rozbieżności te występują również w zestawieniach sił obu koalicji. Np. w połowie 1918 r. łączne stany ilościowe sił działających na frontach: zachodnim, włoskim, bałkańskim i azjatyckim wynosiły:

	Ilość dywizji		Ilość ludzi	Ilość dział		źródła
	piech.	kawalerii		lekkiej	ciężkiej	
Ententa	293	14	5.596.000	16.409	11.864	31/
Państwa Centr.	306	4	4.971.000	16.252	9.089	
Stos.sil	1:1	3,5:1	1,1:1	1:1	1,3:1	

W bardziej szczegółowym zestawieniu sił działających tylko na frontach zachodnim i włoskim /na dzień 1 sierpnia 1918 r./ występują wprawdzie inne liczby^{32/}, a mianowicie:

31/ W.A. Melichow: str.343.

32/ Tamże - str. 406-407.

	Ilość dywizji		Ilość ludzi	Ilość		Ilość dział artylerii	
	piech.	kawa-		baonów piech.	szwadro- nów	lekkiej	ciężkiej
Ententa	<u>Front zachodni</u>						
	201 ³ / ₄	10	4.002.104	2156	249	6065	8513
Niemcy	205	-	3.576.900	1898	-	11.000	7250
Stos. sił	1:1	-	1,1:1	1,1:1	-	1:1,8	1,2:1
	<u>Front włoski:</u>						
Ententa	57 ¹ / ₄	4	406.871	730	96	139	3512
Austria	65 ¹ / ₂	-	1.320.000	863	-	-	4068
Stos. sił	1:1,1	-	1,1:1	1:1,2	-	-	1:1,1
	Ogółem na powyższych frontach						
Ententa	259	14	5.408.975	2886	345	6204	12026
Państwa Centr.	270 ¹ / ₂	-	4.896.900	2761	-	-	11.318
Stos. sił	1:1,05	-	1,04:1	1,05:1	-	-	1,06:1

Fakt rozbieżności jest jednak nadal widoczny.

Ponadto nasuwają wątpliwości zbyt dokładnie obliczone stany osobowe, aby mogły być prawdziwe.

Jak można zauważyć, w poważnej większości przypadków stosunki sił, obliczone w/g ogólnych stanów osobowych, nie odpowiadają stosunkom - w/g ilości jednostek kalkulacyjnych, zwłaszcza gdy za jednostkę przyjmuje się dywizję /np. w kampanii wschodnio-pruskiej przed frontem 1A ros. liczącą 133 tys. żołnierzy w składzie = $6\frac{1}{2}$ dywizji była 8A niem. - 123 tys. żołnierzy w składzie 9 dyw. 33//.

Z drugiej strony wskaźniki przewagi liczby dla podstawowego wówczas rodzaju wojsk, /tj. piechoty/ wahają się w średnich granicach od 1,4 : 1 do 1,1 : 1. Coraz częściej występuje problem oceny wartości sił z punktu widzenia ich ilości.

Literatura wojskowa nie daje jednak odpowiedzi na pytania: w jakim stopniu stosunki sił odzwierciedlają rzeczywiste wartości bojowe wojsk, jaką stosować metodę /jakie kryteria/, aby uzyskana odpowiedź była możliwie obiektywna? [46]

Okres międzywojenny, druga wojna światowa oraz okres powojenny w zasadzie nie wniosły radykalnych zmian w zakresie obliczania możliwości bojowych wojsk. Można przypuścić, że w szeregu przypadkach zdawano sobie sprawę, iż stosowanie w skali masowej coraz bardziej złożonych środków walki wymaga wyznaczania efektywności wojsk w oparciu o bardziej złożone kryteria oceny ich siły, a tym samym - stosowania bardziej nowoczesnych metod obliczeń. M. Frunze już w 1922 r. pisał, że "przedstawiciele nauki będą w przyszłości odgrywać prawdopodobnie ważniejszą rolę, niż my wszyscy razem wzięci"^{34/}.

33/ Powszechnie ocenia się, że 8A niem. miała przewagę liczebną względą nad 1A ros., co nawet w świetle konwencjonalnej zasady określania ilości sił, nie jest słuszne. Pominięto bowiem różnice w stanach bojowych dywizji oraz efektywność użycia siły przez każdą ze stron.

34/ M.W. Frunze: Dzieła Wybrane. Moskwa 1957. t.II.s.50
Por.: "Wojsko Ludowe", nr 12/1961, s.29.

Nie mniej jednak do drugiej wojny światowej i w toku jej trwania stosowano nadal metody tradycyjne. Przyczyna tkwiła w nierównomierności rozwoju cybernetyki, a w tym i elektronowych maszyn matematycznych, w stosunku do rozwoju konwencjonalnych środków walki. Gdy na uzbrojenie wojsk weszła broń raketowo-jądrowa, rewolucjonizująca dotychczasowe sposoby przygotowania, organizacji i sposoby prowadzenia wojny, to i tę broń próbuje się wtłoczyć w tradycyjne ramy przestarzałej metody obliczeń, w zasadzie nie odbiegającej od konwencji z początkowego okresu pierwszej wojny światowej.

Dodatkową trudność nadal stwarza niepełność informacji o stanach sił własnych i przeciwnika oraz różnorodność metod statystycznych stosowanych w różnych państwach.

W jakim stopniu złożoność wysiłku różnych rodzajów broni wpływa na przebieg i wynik działań wskazuje poniższa tabela uogólniająca stany sił w kampanii we Francji na dzień 10 maja 1940 r.

	Ilość dywizji						Czołgów	Samolotów	Stan wojsk w tys.
	DF	DPanc	DZ	DL	DK	Razem			
Niemcy	117	10	7	1	1	136	2580	3824	3300
Alianci	119	11	7	-	-	137	3142	2890	4180
Stosunek sił	1:1	1:1,1	1:1			1:1	1:1,2	1,3:1	1:1,3

Zródło - 35/

35/ H.A.Jacobsen, J.Rohwehr: Entscheidungsschlacht des zweiten Weltkrieges, Verlag für Wehrwesen, Bernard u. Graeffe, Frankfurt am Main, 1960 s.23-25.
Do ogólnej ilości 3.300.000 ludzi wliczono 21 dywizji w Norwegii, Danii i Polsce. Stan sił Aliantów: 4.180.000 ludzi na wszystkich frontach.

Jak widać równowaga w ilością dywizji, nawet przy braku przewagi w ilości czołgów i przewadze w samolotach /Niemcy/, nie świadczy tu o wielkości przewagi w stanach bojowych /ilości wojsk/. Kryteria te w sumie nie decydowały o wyniku działań na korzyść Aliantów. Porównanie ilości poszczególnych typów jednostek i broni stało się niewystarczające dla wyciągnięcia wniosków odnośnie prawdopodobieństwa uzyskania powodzenia. Przewaga Aliantów w stanach ilościowych wojsk nie przyczyniła wówczas Niemcom trudności operacyjnych, gdyż dysponowali m.in. bardziej nowoczesną doktryną użycia sił lądowych i powietrznych oraz lepszymi środkami zabezpieczenia operacji, zwłaszcza w systemie dowodzenia, łączności, zaopatrzenia itp.

W warunkach narastającego zróżnicowania wojsk, niemal całkowicie zarzuca się próby konfrontowania stosunków sił, obliczonych według ilości dywizji, z ich stanami bojowymi, efektywnością bojową broni i sprzętu oraz globalnymi stanami sił. Niewątpliwie, obliczenie stało się nieporównywalnie bardziej złożone niż w ubiegłej wojnie.^{36/}

W okresie bezpośrednich przygotowań do uderzenia na Związek Radziecki siły lądowe Niemiec składały się z 214 dywizji /obliczeniowych/ z czego 35 dywizji stanowiły wojska pancerne /tj. 17%/ wyposażone ogółem w 5640 czołgów. Stan artylerii - ponad 50.000 dział i moździerzy - przekraczał dwukrotnie ogólną ilość tego sprzętu znajdującą się w dyspozycji armii wszystkich krajów biorących udział w pierwszej wojnie światowej^{37/}. Zasięg ognia artylerii wynosił już

36/ Ponadto stan potrzeb wojska i sposób ich zaspakajania stały się niezwykle uzależnione od możliwości gospodarczych państw. Teoria potencjału ekonomiczno-wojennego oraz analiza działań współzależnych powstawały dopiero. Por. O. Lange: Ekonomia Polityczna, t.1. przypos 43, s.168-169.

37/ Istoria Wielikoj Otieczestwiennoj wojny Sowietskogo Sojuza 1941 - 1945, t.1, str.382.

15-20 km. Stan lotnictwa niemieckiego - 20.000 samolotów w tym 10.000 bojowych.^{38/} Maksymalny zasięg lotnictwa bombowego: 1000-1500 km przy udźwigu bomb od 2 do 2,8 t. pozwalał na wydatne zwiększenie efektywności działań wojsk lądowych.

W/g źródeł radzieckich narastanie sił lądowych i powietrznych Niemiec w okresie od 1 września 1939 r. do 1 czerwca 1941 r. przedstawiało się następująco:^{39/}

	na 1.9.1939	na 1.5.1940	na 1.6.1941
Ogółem dywizji	103	156	214
w tym DPanc	6	10	21
DZmot	8	8	14
Czołgów	3200	3387	5640
Samolotów	4405	5900	10.000
Ogólna ilość sił zbrojnych w tys.	brak	brak	7.234
w tym sił lądowych	danych	danych	3.800
powietrznych			1.680
morskich			404
Rezerwa			1.200
SS			150

Do uderzenia na ZSRR Niemcy rozwinęli od 1 do 21.6.1941 r. ogółem 190 dywizji w tym 30 dywizji pancernych i zmechanizowanych, ok. 3410 czołgów oraz ponad 50.000 dział i moździerzy i 5.000 samolotów. Łącznie z armiami satelitów stan liczebny zgrupowania uderzeniowego na zachodniej granicy ZSRR wynosił ok. 5 milionów ludzi.^{40/}

W/g J.F.C.Fullera Niemcy skupili do "początkowego uderzenia 121 dywizji, w tym 17 pancernych i dwanaście zmotoryzowanych oraz trzy floty powietrzne, liczące w sumie około 3.000 samolotów."^{41/}

38/ tamże - str. 379.

39/ tamże - str.382.

40/ tamże - str.384.

41/ J.F.C.Fuller: Druga wojna światowa 1939-1945. str.168-169. Wyd. MON, Warszawa 1959 r.

W/g źródeł NRF stan sił obu stron przedstawiał się inaczej. Wykazano go na tablicy:^{42/}

	Ilość dywizji						Samolotów
	DP	DPanc	DZ	DK	BPanc i zmot	ogółem	
Niemcy	118	19	15 ^{1/4}	-	-	152 ^{1/2}	2000
ZSRR/w przybliżeniu/	118	-	-	20	40	158	4600

Uwaga: BPanc liczone jako 1/2 dywizji.

Do ogólnego stanu dywizji niemieckich doszło w ciągu lata: 16 dywizji fińskich, 15 - rumuńskich, 3-4 węgierskie i 3 - włoskie.

W/g źródeł amerykańskich ^{43/} stan sił obu stron wynosił:

	DP i inne	BPanc	Razem
Niemcy	143	19	162
ZSRR	147	11	158

Uwaga: brygady pancerne /radzieckie/ przeliczone na równoważną ilość 11 dywizji pancernych.

Ogólnie rzecz biorąc, z punktu widzenia ilości jednostek /obliczeniowych/ stany sił obu stron były bardzo zbliżone. Liczebna równowaga sił nie odpowiadała jednak równowadze potencjalnych możliwości stron. W początkowym okresie wojny zadecydowała wyższa efektywność użycia siły /lepsze przygotowanie do działań i sposoby ich prowadzenia/ oraz wyższa efektywność sprzętu bojowego. Gdyby nawet przyjąć za podstawę źródła ZSRR o stanie sił Niemiec /214 dywizji/,

42/ H.A. Jacobsen, J.Rohwehr: s.142.

43/ The West Point Atlas of American Wars, Vol II, 1900 - 1953. Frederick A.Praeger Publishers, New York. /szkic 24/.

i - NRF o stanie sił radzieckich /158 dywizji/, to stosunek 214 : 158 = 1,35:1 na korzyść Niemiec mieścił się w granicach ogólnie przyjmowanych jako dostateczne dla osiągnięcia powodzenia^{44/} w początkowym okresie wojny, zwłaszcza w warunkach pełnego zaskoczenia strategicznego.

Czy w początkowym okresie przyszłej wojny uda się jednej ze stron uzyskać podobnie wysoki stosunek sił /obliczony przy stosowaniu miernika "dywizja obliczeniowa"/ oraz w jakim stopniu ten stosunek sił zapewni powodzenie w pierwszym uderzeniu? Wydaje się, że na pytanie w ten sposób sformułowane, nie można już dać odpowiedni uzasadnionej historycznie. W warunkach wojny raketowo-jądrowej zmienił się bowiem miernik oceny siły wojska. Zróżnicowanie dywizji obu stron pod względem ich możliwości ogniowych, ruchu i potrzeb w zakresie zabezpieczenia materiałowego i technicznego uniemożliwia utrzymanie dotychczasowej uniwersalnej miary /"dywizji obliczeniowej"/. Mówiliśmy już o tym problemie w rozdziale 2.2. podkreślając istotę rozbieżności występujących w tej ocenie. Ponadto, odmienne warunki w jakich dywizje te będą działały /w porównaniu z ubiegłą wojną/ wymagają stosowania innych metod oceny ich wartości.

"Srodek ciężkości całej walki zbrojnej w tych warunkach

/początkowego okresu wojny raketowo-jądrowej - przyp. J.S./.

44/ Nie znaczy to, że nie występowały przypadki odstępstw od tej "zasady". Np. w kampanii w Polsce /1939 r./ Niemcy mieli niemal dwukrotną przewagę /w/g ilości dywizji/, kilkunastokrotną przewagę w czołgach, samolotach, środkach łączności, transporcie itp. W toku działań osiągnęli na niższych szczeblach operacyjnych i taktycznych /zwłaszcza na kierunkach głównych uderzeń, przewagę przekraczającą z reguły dwukrotną, przy czym niejednokrotnie uzyskiwali 4-krotną i wyższą. Por. St.Feret: Kampania wrześniowa w Polsce w 1939 r. Wyd. ASG. oraz Płk.E.Wisniewski: Niektóre problemy działań zaczepnych wojsk lądowych w początkowym okresie wojny. Wyd. ASG., maj 1962 r. s.71-72.

przesuwa się ze strefy styczności bojowej stron, jak miało to miejsce w ubiegłych wojnach, w głąb rozmieszczenia się przeciwnika, włączając najbardziej oddalone rejony^{45/}.

W tych warunkach uzależnienie wartości bojowej jednostek /związków/ od stanu zaplecza /zapasy materiałowe. uzupełnienia w ludzi, infrastruktura/ musi ujawnić się nie tylko w toku pierwszej kampanii lecz już w pierwszej operacji. Uzależnienie to stało się już obiektywnym czynnikiem warunkującym wartość wojsk i przebieg działań w drugiej wojnie światowej. Jeśli wtedy związki operacyjne mogły działać w oderwaniu od baz nawet przez kilka dni, /m.in. zależnie od stanu zapasów paliwa/, ^{ponadto} to w ewentualnej przyszłej wojnie możliwości wojsk muszą być uzależnione od narastającego stanu napromieniowania wojsk, ilości zapasów: nieskażonej żywności, środków medycznych, wody itp., sprawności dowozu, uzupełnienia w ludzi i zaopatrzenia z głębi /m.in. środkami transportu lotniczego i raketowego/ itp. Jednym z najważniejszych czynników, decydujących o wartości siły wojsk w tych warunkach staje się /obok ilości wojsk/ optymalizacja decyzji w zakresie użycia siły. Problem wyboru najlepszego w danych warunkach sposobu działania jest przy takim ujęciu problemem centralnym. W lapidarnym skrócie można sformułować go następująco: w jaki sposób określić stopień popełnionego błędu w ocenie możliwości sił własnych i przeciwnika, aby podjęta decyzja zapewniała, w danych warunkach, maksymalne prawdopodobieństwo osiągnięcia zamierzonego celu. Innymi słowy: jak, spośród szeregu możliwych decyzji, optymalnych dla różnych /hipotetycznych - o różnym stopniu wiarygodności informacji/ ocen położenia i możliwości wojsk własnych i przeciwnika, wybrać najwłaściwszą,

Wkraczamy tu oczywiście w dziedzinę współczesnej sztuki dowodzenia wojskami dla której zasada koncentracji

45/ Wojennaja Strategija. Red. Marszałka Sow. Sojuza W.D. Sokołowskiego. Woj. Izdat. Min. Oborony SSSR, Moskwa 1962, s.238.

wysiłku wojsk /w warunkach masowych strat/ powinna być realizowana w oparciu o zasadę ekonomizacji sił przy jaknajmniejszym ryzyku.

W ten sposób, w myśl przyjętych założeń /rozd. 2.1.1/ zamierzamy połączyć w pojęciu przewagi ilościowej czynników materialnych trzy elementy walki zbrojnej: cel walki, środki walki oraz sposoby działań /efektywność użycia środków/.

Nie ulega wątpliwości, że wpływ czynników niewymierzalnych, /moralnych, psychicznych itp./ odgrywał zawsze poważną rolę w procesie uzyskania możliwej przewagi i wykorzystania jej skutków, zwłaszcza w początkowym okresie wojny. Bardziej nowoczesna doktryna, wyższy poziom intelektualny żołnierza, patriotyzm i świadomość konieczności prowadzenia wojny, działania przez zaskoczenie itp. to czynniki, które w swej sumie /logicznej/ podwyższają efektywność działań. Z drugiej strony, czynniki te są niezmiernie czułe na braki materialne /rzeczowe/ i wynikające z nich niepowodzenia. Świadczą o tym historie niemal wszystkich odwrotów agresorów, którzy swe cele uderzeń strategicznych opierali głównie na przesłankach duchowych, a niedoceniali konieczności przynajmniej utrzymania uzyskanej przewagi ilościowej oraz możliwości przeciwnika w zakresie zdobycia takiej przewagi^{46/}.

Wysoki duch wojsk nie zastąpi braków ilościowych w stanach ludzi i zacofania w zakresie techniki bojowej i sposobów jej użycia /np. pierwsze kampanie Niemców przeciw poszczególnym państwom, w latach 1939-1941/. Wynika to zresztą z określonej prawidłowości w rozwoju społeczeństw: żadna rewolucja nie umocni swego początkowego powodzenia politycznego, jeśli we właściwym czasie nie zdoła się opanować własnej bazy produkcyjnej /a jeśli to nie wystarczy-powiązanie się systemem sojuszków/, aby zapewnić sobie dostateczną siłę fizyczną dla przeciwstawienia się ewentualnym interwentom. Potwierdza

46/ Np. Paryż jako cel strategiczny Niemców w 1914 r.
Moskwa w 1941 r. Kair w kampanii afrykańskiej Rommla
itp.

to rozwój radzieckich sił zbrojnych, a po drugiej wojnie światowej - sił zbrojnych państw socjalistycznych oraz proces rozpadu systemu kolonialnego i wojny - narodowo-wyzwoleńczej /zał. nr 19-/ [7].

Stąd też, patrząc na przemoc jako na uogólnione pojęcie przewagi /wojskowej, politycznej, kulturalnej itp/. można zgodzić się, z Clausewitzem, że z punktu widzenia ogólnej teorii walki zbrojnej: "Przemoc i to przemoc fizyczna /moralna bowiem nie istnieje poza pojęciem państwa i prawa/ jest tedy środkiem, gdy celem jest narzucenie swej woli wrogowi"^{47/}. Innymi słowy: każde starcie zbrojne /wojna/ jest główną formą wykorzystania przemocy fizycznej /materialnej/ na przeciwnikiem dla osiągnięcia zamierzonych wyników walki. Użycie przemocy jest ściśle związane z dążeniami do wyzyskania wszelkich walorów, a więc nie tylko fizycznych lecz i moralnych. Stąd też sprowadzenie obliczeń wielkości przewagi do wskaźnika porównawczego stanów ilościowych^{48/} obu stron, bez uwzględniania czynników wydających się obecnie trudnymi do określania w postaci liczbowej lub przy pomocy innej symboliki typu logicznego /np. semantycznej/, byłoby rozpatrywaniem pojęcia przewagi w oderwaniu od realnej rzeczywistości [31].

47/ Clausewitz O wojnie, ks.1-5 str.15-16.

48/ Próby sprowadzania pojęcia przewagi tylko do oznaczania stopnia wyższości ilościowej nad przeciwnikiem /lub braku tej wyższości/ istniały już dawniej. Wspomina o nich już Clausewitz wykazując przy tym sprzeczności logiczne wynikające z jednostronnego ujęcia współzależności między czynnikami podstawowymi składającymi się na treść walki zbrojnej. "Gdyby tak było, nie potrzebowałyby ona /wojna-przyp. J.S./ w końcu wcale rzeczywistych mas walczących, lecz tylko ich stosunkowego zestawienia i zamieniałyby się w rodzaj algebry działania." Ograniczenie teorii do przedmiotów materialnych". Por. Clausewitz: O wojnie ks.1-5 s.17,93,170.

2.5. Podstawowe założenia metodologiczne.

Badania w zakresie kształtowania się form przewagi sił zbrojnych sprowadzamy do wykrywania czynników stanowiących jej treść oraz współzależności i uwarunkowań zachodzących między tymi czynnikami, tak w procesach walk zbrojnych jak i w toku przygotowań do nich. Sledzenie ciągłych zmian w skomplikowanym mechanizmie rozwoju i działań sił zbrojnych nasuwa jednak duże trudności, gdyż na układy stosunków antagonicznych między potencjalnymi przeciwnikami składają się nie tylko czynniki mierzalne /np. stany ludności, potrzeby materiałowe i techniczne, przewidywane straty itp./, lecz i czynniki niemierzalne /polityka, ustrój społeczny, aspekty socjalistyczne, filozoficzne, kulturalne, psychologiczne itp./ Analiza czynników niemierzalnych wymaga długich i wszechstronnych, dodatkowych studiów, których nie włączono do pracy w takim zakresie jaki należałoby uwzględnić z uwagi na złożony, kompleksowy przedmiot badań^{1/}. Zdajemy sobie sprawę, że pominięcie elementów jakościowych sprowadzi analizę tylko do strony ilościowej, co oczywiście nie wystarczy do całościowego ujęcia problemu. Nie znaczy to, że zamierzamy zastępować analizę czynników jakościowych ilościową analizą matematyczno-logiczną. Jesteśmy dalecy od fanatyzmu matematycznego^{2/}. Nie negujemy jednak korzyści jakie przynosi współczesny aparat matematyczny, wychodzimy bowiem z założenia, że analiza zjawisk zachodzących w procesie walki zbrojnej wymaga ścisłej współpracy praktyków wojskowych i teoretyków większości dziedzin wiedzy, przy czym nikt z nich nie może już zrezygnować z matematycznej analizy przy badaniu stosunków ilościowych oraz posługiwania się tymi metodami na bazie urządzeń cybernetycznych.

1/ Jak często bywa w takich przypadkach, wyniki badań cząstkowych nie zawsze stwarzają właściwe przesłanki do uogólnień ilościowych ze względu na niepełność informacji, bądź z uwagi na ich kontrowersyjny charakter.

2/ Wielu uczonych przestrzega przed matematyzacją empirycznych badań w zakresie nauk społecznych. Por. S. Żurawicki: *Ekonomia polityczna a matematyka*. P.W.E. Warszawa 1961 str. 269.: O. Anderson - *Verteilungsfreie /nicht parametrische Testverfahren in den Sozialwissenschaften*, Muenchen 1956. [Biał. Wdz. Ekonomii Polit. U.W./.

Aparat matematyczny stosujemy w tej pracy przy założeniu ceteris paribus [27] tj. wyodrębnienia rozpatrywanych czynników /tzw. metoda "odrywania"/.

Aparat ten traktujemy jako niezbędny, lecz równocześnie - jako pomocniczy przy ustalaniu zakresu rozpatrywanego problemu, gdyż jednostronnie uściśla wnioski wyprowadzone w toku analizy. Wydaje się, że obecnie można już mówić o zatarciu granicy między dedukcyjną teorią a indukcyjną statystyką teoretyczną a w związku z tym staje się uzasadnione korzystanie z metod wnioskowania matematycznego w naukach społecznych^{4/}. Z drugiej strony wiemy z doświadczenia, że procesy walki zbrojnej przebiegają w bardzo złożonych warunkach. Wielkość czynników i współzależności między nimi, składających się na każdy proces walki zbrojnej, bardzo często uniemożliwia posługiwanie się metodami dedukcyjnymi, zwłaszcza gdy zamierzamy jaknajbardziej zbliżyć się do rzeczywistości przez rozpatrywanie problemów w ujęciu dynamicznym. Stąd też, z jednej strony, dążymy do utrzymania w analizie dialektycznej jedności ilościowej i jakościowej, z drugiej natomiast, z konieczności, zmuszeni jesteśmy wprowadzić i utrzymać w mocy założenia ceteris paribus.

W nauce wojennej, jak zresztą w każdej nauce społecznej, podstawowym warunkiem prawidłowości wnioskowania matematycznego jest wstępna analiza jakościowej, społecznej istoty badanych zjawisk. Jakkolwiek jednym z głównych narzędzi /w zakresie wnioskowania matematycznego/ będzie dla nas rachunek optymalności /rachunek korelacji/ nie zamierzamy zastąpić nim teorii /nauki/ wojennej, lecz na odwrót, w oparciu o daleko idące wnioski z analizy jakościowej zdecydować w jakim stopniu i czy w ogóle pomocnicze środki matematyczne mogą być wykorzystane.^{5/} Takie ujęcie zagadnienia nie przeczy potrzebom rozwijania szerokich badań w dziedzinie metodologii wojskowo-matematycznej^{6/}, jako jednego z

4/ Problem ten autor przedstawił w szerszym ujęciu w pracach:
O podstawach metodologii socjalistycznej nauki wojennej.
"Zbiór Prac Akademii, nr 2/15/1961, s.134-156. oraz: Stosowanie metod matematycznych w procesie badawczym nauki wojennej.
"Zbiór Prac Akademii, nr 4/17/1961 r. s.115-141.

5/ W miarę rozwoju cybernetyki coraz częściej spotyka się poglądy o możliwości zastosowania tych urządzeń do analizy jakościowej. Wydaje się, że obecnie za wcześnie jeszcze mówić o konkretnych wynikach praktycznych w skali masowej w tej dziedzinie.

6/ Podobną myśl, lecz w odniesieniu do metodologii ekonomiczno-

najnowocześniejszych narzędzi, niezbędnych w pracy badawczej współczesnej nauki własnej.

Poza trudnościami natury czysto metodologicznej istnieje również, niemal otwarty, problem podstaw teoretycznych, zakresu, metody i kierunków badań statystyki wojskowej.

Wysuwając powyższą trudność nie zamierzamy sugerować: że statystyka powinna weryfikować bądź uzupełniać wysuwaną teorię czy hipotezy. Pogląd ten wydaje się błędny^{7/}, gdyż rola statystyki nie polega na uzupełnianiu teorii, lecz na badaniu stopni ważności empirycznie stwierdzonych wartości szacunkowych i określaniu warunków w jakich te wielkości mogą być wykorzystane przez teorię, oczywiście z uwzględnieniem celu jakiemu mogą służyć.

Ponieważ przyjmujemy stan dynamiki jako podstawowy dla badanej rzeczywistości, zatem z reguły będą go charakteryzowały średnie wartości /stosunki/ stochastyczne, chociażby tylko z tego względu, że niepewny materiał liczbowy nie może być wykorzystany w postaci szeregów czasowych za dłuższe okresy /np. z powodu zmian terytorialnych, socjalnych, gwałtownego rozwoju techniki itp. jakie nastąpiły w okresie ubiegłych 100 lat/. Aby móc porównywać rzeczywisty przebieg zjawisk występujących w procesie walki z przewidywanym teoretycznie, trzeba mieć pewność, że zmienne, obserwowane w rzeczywistości, odpowiadają wielkościom zdefiniowanym teoretycznie i że ponadto, istnieje możliwość dokonania dokładnych pomiarów tych zmiennych. W nauce wojennej, a zwłaszcza w sztuce wojennej, bardzo często występują nawet dość znaczne niezgodności między informacjami uzyskanymi z obserwacji, a teoretycznymi.

matematycznej wyraził ekonomista radziecki. W. Niemczynow: "Nowa dziedzina wiedzy, która powstała na pograniczu ekonomii politycznej, statystyki ekonomicznej, planowania gospodarczego i matematyki, wymaga gruntownego opracowania własnych metod, "własnej techniki oraz specyficznych środków obliczenia... "Izwestia" z dnia 3 kwietnia 1960 r.

7/ Istnieją jednak jego zwolennicy, zwłaszcza wśród ekonomistów na Zachodzie, np. w Anglii: J. Stamp.

Stąd staje się niezbędne uwzględnianie tych niezgodności włącznie z warunkami w jakich one powstają oraz błędami przypadkowymi i systematycznymi, jakie mogą tkwić w uzyskiwanych informacjach.

Błędy systematyczne zawarte w wojskowym materiale statystycznym mają szczególne znaczenie dla prac badawczych, przy czym większe - niż błędy przypadkowe, gdyż z reguły dają znacznie większe odchylenia niż np. w naukach przyrodniczych^{10/}. Historycy wojskowi nie zawsze bowiem kierowali się dążeniem do ustalenia stanów faktycznych. Nie mniejszą rolę odgrywają również "błędy" popełniane świadomie w celu dezinformacji przeciwnika. W statystyce teoretycznej istnieją wprawdzie reguły i wzory pozwalające oszacować błędy powstałe przy obliczeniach, które przeprowadza się z liczbami przybliżonymi, wydaje się jednak, że z uwagi na odmienny charakter błędów zawartych w wojskowych materiałach statystycznych, formuły te nie mogą być stosowane.

Istnieje również ważna grupa zagadnień metodologicznych dotycząca ustalenia granicy pewności uzyskanych wyników. Nie zamierzając formalizować tej sprawy, pojęcie granicy pewności traktujemy w pracy jako względne. Wychodzimy bowiem z założenia, że metody szacunków statystycznych powinny być dostosowane do charakteru badanego przedmiotu oraz przewidywanego stopnia dokładności istniejących materiałów statystycznych. Stąd też granica pewności będzie zależała od tego, jaką wagę przypiszemy zajściu zdarzenia nieprawdopodobnego. Takie założenie wywołuje dodatkową trudność przy ocenie informacji /materiałów statystycznych/, gdyż niemal w każdym przypadku należy przyjmować inną granicę pewności. Nie można za tym zakładać, a priori, że rozbieżności przekraczające np. 5% należy we wszystkich przypadkach odrzucać jako "niepewne"^{11/}.

10/ Przyroda może nie odpowiedzieć na stawiane pytanie, ale nigdy świadomie nie kłamie.

11/ Takie tendencje istnieją w statystyce ekonomicznej krajów anglosaskich. Grupy badań operacyjnych w siłach zbrojnych USA i W. Brytanii /w czasie drugiej wojny światowej/ odrzucały informacje o wskaźnikach /operacji/, jeśli ich wartości różniły się o 1 hemibel i więcej. Por.: Ph. Morse, G.E. Kirnbrill: Methods of Operations Research, tłum.: Metody issledowanija operacji, Moskwa 1956, str. 95.

Rozwiązywanie problemu przewagi jest jednym z podstawowych elementów składających się na proces, podejmowania decyzji. Zakładając, że zespół czynników ilościowych /mierzalnych/ wyraża najbardziej uchwytą, materialną stronę przewagi wydaje się słusznym i niezbędnym, aby informacje o tych czynnikach, były jaknajbardziej zbliżone do rzeczywistości. Rola przyszłej statystyki wojskowej powinna, naszym zdaniem sprowadzić się nie tylko do dostarczenia tych informacji lecz i do sprawdzania, czy dane, jakimi się dysponuje, faktycznie wystarczają, aby na ich podstawie wyciągać wnioski z dostateczną pewnością. Wiadomo bowiem, że decyzje wojskowe, w ostatecznym rachunku, dotyczą życia wielu milionów ludzi.

Podejmowanie każdej decyzji, a - wojskowej w szczególności, związane jest z różnym ryzykiem co do pewności osiągnięcia zamierzonego celu, zależnie od stanu informacji o kształtowaniu się przyszłych warunków działania. Dążenie do ograniczenia /zminimalizowania/ ryzyka jest objawem normalnym w każdym zamierzonym działaniu, a osiąga się to - ogólnie rzecz biorąc - przez analizę czynników i warunków składających się na proces działania /walki/ w świetle ściśle sprezyzowanego celu działania. Z doświadczenia wiemy, że najprostsze pojęcia empiryczne mogą prowadzić do bardzo złożonych sformułowań matematycznych.^{12/} Na te trudności napotyka zarówno badacz "opisowy" jak i "matematyczny". Jeżeli rozpatrujemy empiryczny układ czynników składających się na dany proces działania wojsk /np. w zakresie organizacji wojsk, przygotowania działań lub ich prowadzenia/, to ustalenie odpowiedniej liczby zależności między tymi czynnikami oraz klasyfikacja ich ważności dla przewidywanych warunków działania /aby układ stał się zupełny/, jest zadaniem badacza wojskowego, a nie matematyka. Z drugiej strony uwzględnienie wielu czynników, wpływających na przebieg badanego zjawiska

12/ Zagadnienie to autor rozwinął w art.: Stosowanie metod matematycznych w procesie badawczym nauki wojennej: rozdziały: "Etap abstrakcji" i "Etap stopniowej konkretyzacji". Zbiór Prac Akademii nr 4/17/1961, oraz rozdziały 3 i 4. nieniejszej pracy.

czy procesu komplikuje teoretyczne konstrukcje /modele/ i uniemożliwia często sprawdzanie wzorów. Użyteczność modeli polega na naświetlaniu drogi zmian czynników ilościowych, gdy zmienia się jakaś dana wielkość lub parametr. Przykładem może posłużyć tok postępowania dla uzyskania uogólnionego wzoru na wskaźnik efektywności rozwoju sił zbrojnych w układzie dynamicznym /rozd.5/. Podobnie, zastosowanie praw Lanchestera do rozwiązywania problemów operacyjno-strategicznych nie miałoby praktycznej wartości, nawet przy użyciu maszyn elektronowych. Dlatego też należy dokonać syntezy, aby otrzymać stosunkowo prosty, racjonalny wzór, empirycznie sprawdzalny.

Wnioskowanie matematyczne powinno służyć pomocą przy weryfikowaniu hipotez. Można tu popełniać błędy dwojakiego rodzaju: po pierwsze - odrzucić słuszną hipotezę, po drugie - nie odrzucić błędnej hipotezy, Zagadnienie weryfikacji hipotez jest szczególnie ważne w warunkach gospodarki planowej kraju i planowego sterowania rozwojem sił zbrojnych. Chodzi bowiem o to, aby nie odrzucać słusznej hipotezy, a równocześnie nie należy bez wszechstronnego sprawdzenia sugerować się błędną hipotezą. Jako narzędzie weryfikacji stosuje się zazwyczaj programowanie liniowe i dynamiczne, teorię prawdopodobieństwa, statystykę matematyczną oraz w ostatnich latach - teorię gier strategicznych^{13/}.

Z powyższym wiąże się ściśle problem wyboru, jako jeden z najistotniejszych w warunkach występowania znacznej ilości hipotez. Wydaje się, że problem ten należy uważać jeszcze jako otwarty. W pracy nie podjęto próby jego uogólnienia jakkolwiek, zdając sobie sprawę z jego ważności, usiłowano nakreślić cząstkowy kierunek badań w zakresie optymalizacji kryterium efektywności rozpatrywanego układu w ramach teorii efektywności wojennej /militarnej/^{14/}. Zastosowanie tej metody

13/ Teoria gier jest jednym z najmłodszych działów matematyki /1944 r/ przy czym jej zakres stosowania, jako metody rozwiązywania sytuacji konfliktowych /istotnych w sztuce wojennej/, jest jeszcze bardzo ograniczony.

14/ Istota tej teorii polega /w naszym ujęciu/ na wyznaczaniu optymalnych programów działania dla zrealizowania określonych celów w różnych warunkach niepewności co do założonych hipotez i przy dysponowaniu zmienną wydajnością środków.

wymaga znajomości wartości liczbowych wszystkich możliwych strat wynikających z błędnych decyzji, co w praktyce badawczej może nasuwać szereg trudności często niemożliwych do przewyciężenia. Wydaje się jednak, że prace nad przedmiotem maksymalnego zredukowania ryzyka działań są zawsze celowe, a we współczesnych warunkach - nawet konieczne.

U podstaw niniejszej pracy należało zdecydowanie założyć jedną z dwóch koncepcji:

1. prowadzić rozważania w kierunku pozytywnego wytlumaczenia obserwowanych faktów /materiałów statystycznych/ lub:
2. dążyć do ustanowienia normatywnych reguł "racjonalnego" postępowania.

Przyjęto drugą koncepcję, zdając sobie sprawę z merytorycznych trudności związanych z konfrontacją wyprowadzonych modeli teoretycznych z rzeczywistym, obiektywnie istniejącym, mechanizmem sterowania siłami zbrojnymi. Zdajemy sobie również sprawę, że w szeregu przypadków może się zdarzyć iż formuły zostały wyprowadzone z założeń i hipotez zbyt uproszczonych, aby mogły być bez poważnych zastrzeżeń przyjęte przez praktyków nauki wojennej. Jest to, niewątpliwie jedna ze słabszych stron pracy, której zresztą nie można było uniknąć stosując modelowy sposób ujmowania problemu.

Z przyczyn obiektywnych nie korzystano również w toku pracy z metod, nazwijmy je - "pozaparametrycznymi". Zaliczamy do nich głównie: metody sondaży, ankiet, informacje z prób z uzbrojeniem i sprzętem bojowym na poligonach itp. Jest to również znaczny mankament, gdyż w danym etapie opracowania nie pozwala na możliwie pełne skonfrontowanie z rzeczywistością wprowadzonych wartości ogólnych. Problem ten narazie pozostawiamy otwarty i traktujemy go jako kontynuację podjętej pracy.^{15/}

Zakładamy, że przyjęta, a w pewnym sensie, nawet wyeksponowana metoda "wnioskowania matematycznego" może wywołać wiele zastrzeżeń i sprzeciwów. W porównaniu z tradycyjną metodą analizy jest bowiem "nietypową" dla prac z zakresu nauki wojennej.

15/ Prace w tym zakresie można prowadzić tylko przy stosowaniu elektronowych maszyn matematycznych/ nawet typu UMC/, do których dostęp jest narazie bardzo utrudniony i kosztowny.

Wydaje się jednak, że w świetle coraz gwałtowniejszego rozwoju cybernetyki, zagadnienie wykorzystywania metod matematycznych w nauce wojennej nie powinno budzić wątpliwości.

Jeśliby przyjąć, że w zasadzie nie istnieje żadna podstawowa rozbieżność między założeniami metodologicznymi dla ekonomii politycznej /a zwłaszcza ekonomiki wojennej/ i nauki wojennej wówczas moglibyśmy trawestować wypowiedź jednego z czołowych ekonomistów radzieckich. W. Niemczynowa w związku z oporami na jakie natrafiło w ZSRR wprowadzenie metod matematycznych do ekonomii.^{16/}

W. Niemczynow pisze: "Trudno pominąć milczeniem mihilistyczne stanowisko, jakie zajmują niektórzy przedstawiciele naszej nauki ekonomicznej. Jedno z nich uważają, że stosowanie środków współczesnej matematyki nie jest rzekomo w stanie rozszerzyć możliwości zwykłej analizy ekonomicznej. Stanowisko takie obiektywnie przeciwdziała przekształceniu nauki ekonomicznej w naukę ścisłą. Inni ekonomiści wypowiadają się co prawda za stosowaniem matematyki w badaniach ekonomicznych i w planowaniu, ale obwarowują się szeregiem zastrzeżeń i "obaw", a nawet ustalają jakieś linie demarkacyjne i jakieś granice stosowania nowych metod. Obawiają się oni zwłaszcza, że stosowanie współczesnych metod matematycznych w analizie ekonomicznej doprowadzi do powstania jakiejś nowej nauki, która rzekomo odciągnie nasze kadry od ekonomii politycznej i statystyki i wbije pomiędzy nie klin. Nie ma chyba potrzeby obalać równie bezpodstawonych twierdzeń. Spór na temat nazwy nowej gałęzi skomplikowanych obliczeń ekonomicznych i planowych, jak również nowej grupy dyscyplin naukowych nie ma zasadniczego znaczenia. Ważne jest tylko, aby ta nowa gałąź wiedzy i praktyki opierała się na niewzruszonych podstawach marksistowsko-leninowskiej teorii ekonomicznej, na niezawodnych danych statystyki radzieckiej, na bezbłędnych metodach obliczeń".

16/ Por.: "Izwestia" z dnia 3 kwietnia 1960, artykuł pt. "Więź ekonomiki i matematyki".

2.6. Założenia metodologiczne do określania wartości potencjału militarnego.

Pojęcie potencjału militarnego sił zbrojnych można rozpatrywać z dwóch punktów widzenia:

a/ jako zespół wielkości liczbowych określających wartość efektywności sił zbrojnych w celu porównania z analogiczną wartością sił przeciwnika i wyznaczenia aktualnego lub przewidywanego stopnia przewagi bezwzględnej jednej ze stron. Scharakteryzowanie każdej sytuacji sił zbrojnych zawsze bowiem wymaga możliwie wszechstronnego porównania z sytuacją sił przeciwnika w celu podjęcia najbardziej odpowiednich decyzji, zgodnie z planem wojny /walki/ i obowiązującą doktryną wojenną. W tym aspekcie na wartość liczbową potencjału militarnego sił zbrojnych, składa się zespół wskaźników poszczególnych czynników, które z kolei wyznaczamy zależnie od celu badań i charakteru okresu w jakim występuje, bądź wystąpi badane zjawisko czy proces. Stąd, najogólniej, będziemy rozróżniali statyczny lub dynamiczny wskaźnik przewagi;

b/ jako najwyższe uogólnienie zespołu sił potencjalnych określających, jak w danym przypadku, charakter i stan sił zbrojnych oraz ich możliwości działania w określonych warunkach i zgodnie z zamierzonym planem; w tym ujęciu wartość potencjału nie będzie związana ze szczególnymi wielkościami liczbowymi /miernikami/.

W pracy przyjęto pierwszy punkt widzenia, tj, wartość potencjału militarnego traktuje się jako sumę logiczną wskaźników cząstkowych, odzwierciedlających ilościową stronę każdego z elementów składowych potencjału.

Z założeń podstawowych, składających się na pojęcie potencjału militarnego wynika, jak można ogólnie wnioskować, że o powodzenie w poszczególnych działaniach wojennych /operacjach, kampaniach/ decyduje przede wszystkim aktualna, dla rozpatrywanego działania, wyższa wartość potencjału sił zbrojnych, natomiast o wygraniu wojny- wyższy potencjał ekonomiczno-wojenny państwa /koalicji/. Konieczność poderwania potencjału ekonomicznego przeciwnika za pomocą wszystkich dostępnych środków walki zbrojnej stanowi jedną z najważniejszych prawidłowości wojen współczesnych. /A.Łagowski: Strategia i ekonomika, Wyd.MON, s.32/.

Problemy określenia wartości /ilościowej/ potencjałów sił stron walczących sprowadza się, w obecnym stanie wiedzy o tym przedmiocie, do opracowania i powszechnego przyjęcia właściwej metody badań w tym zakresie. Jak wynika bowiem z dotychczasowych doświadczeń z pracy badawczej nad wyznaczaniem potencjału ekonomicznego, bądź ekonomiczno-wojennego państwa,^{17/} niewłaściwe założenia metodologiczne wywołują często poważne błędy w ocenie siły i efektywności gospodarczej państwa, które z kolei powodują w życiu społecznym szereg perturbacji, zakłóceń, a nawet kryzysów. [26] .

Celem badań realnych wartości potencjału militarnego sił zbrojnych własnych i ewentualnego przeciwnika jest z jednej strony wyznaczenie optymalnych współzależności /względnych i bezwzględnych/ między poszczególnymi elementami /ludzkimi i rzeczowymi/ składającymi się na ich wskaźniki, z drugiej - określenie warunków uzyskania i utrzymania optymalnej przewagi nad przeciwnikiem. Zawsze bowiem powinno chodzić oto, aby nakłady /ludzkie i rzeczowe/ wysiłku militarnego, niewątpliwie wzrastające w toku wojny, były społecznie niezbędne i nie przekraczały realnych potrzeb, przynajmniej w zakresie utrzymania przewagi już osiągniętej. Innymi słowy, aby w ogólnym bilansie straty sił zbrojnych /ludzkich i rzeczowych/ nie przewyższały możliwości społecznych w zakresie zachowania optymalnej ilości sił zbrojnych w pełnej gotowości do stałego zwiększania ich siły bojowej. Nie znaczy to jednak, że w szczególnie trudnych sytuacjach, np. na skutek bezpośredniego zagrożenia w wyniku zaskoczenia, lub gwałtownie narosłych strat nie mogą zaistnieć przesłanki uzasadniające konieczność naruszenia ogólnego bilansu siły. Sytuacja takie miały miejsce np. w początkowym okresie wojny ZSRR z Niemcami w 1914 r., w Polsce w kampanii wrześniowej 1939 r. itp.

Jak wynika z powyższego, centralnym problemem teorii przewagi militarnej jest wyznaczenie realnego stosunku potencjałów własnych sił zbrojnych do przeciwnika w rozpatrywanym momencie lub przedziale czasowym. W pierwszym wypadku będzie chodziło o określenie ilościowej strony przewagi w statyce, w drugim - dynamice procesu nagromadzania /renowacji/ wysiłku zbrojnego.

17/ K.Knor: Wojennyj potencjał gosudarstw. str. 33-46.

W obu wypadkach porównanie wartości potencjałów należałoby przeprowadzić przy pomocy zbioru wskaźników /statycznych lub dynamicznych/, odpowiadających przyjętym elementom struktury modeli potencjałów obu stron.

Niewątpliwie, najprostszym rozwiązaniem byłoby wyznaczenie wartości liczbowych potencjałów militarnych przy pomocy jednego wskaźnika sumującego w sposób logiczny zbiór odpowiednich wskaźników cząstkowych. W ten sposób, poprzez jednoznaczne określanie wartości liczbowych potencjałów militarnych sił własnych i przeciwnika, ułatwiłoby się w poważnej mierze podejmowania bardziej uzasadnionych decyzji, tak w zakresie planowania rozwoju poszczególnych rodzajów sił zbrojnych jak i najbardziej efektywnego ich użycia, włącznie z uwzględnieniem celu, form i charakteru kolejnych działań oraz czasu trwania poszczególnych operacji. Sprawa ta, na pozór prosta, wyrosła do rangi problemu, przy czym w obecnym stanie badań należy jeszcze uważać go jako otwarty. Podstawowa trudność sprowadza się bowiem z jednej strony do wyznaczenia najwłaściwszej i nie budzącej wątpliwości struktury potencjału militarnego, z drugiej natomiast do przyjęcia odpowiedniego wspólnego miernika, według jednego ogólnego kryterium uwzględniającego charakterystyki wszystkich jego elementów. Analogiczny problem otwarty, odnośnie mierzenia potencjału, występuje również w ekonomii politycznej i ekonomice wojennej, przy czym, mimo dość intensywnych badań, nie udało się jeszcze dojść do rozwiązań praktycznych, które można by przyjąć jako ogólnie zadawalające. [28] .

Wydaje się jednak, że w obecnym stanie rozwoju matematyki i urządzeń cybernetycznych słuszniej jest zrezygnować z prób tworzenia jednolitego wskaźnika potencjału militarnego, a analizę możliwości sił własnych w stosunku do przeciwnika przeprowadzać na drodze porównania szeregu wskaźników odzwierciedlających ważniejsze problemy podstawowe. Problemy te wymieniono w rōdz.2.1.1./"Założenia wstępne"/. Konieczność stosowania różnych wskaźników wynika ponadto z niemożliwości przyjęcia dla nich jednakowego miernika. Mierniki te przyjmują zazwyczaj odmienne miana, zależnie od właściwości badanego czynnika, np. ilość sił i środków mierzona liczbami oderwanymi

/naturalnymi/, ilość kilometrów, ton, kilo i megaton, koszty liczone w pieniądzach itp. Zrozumiałe jest, że najczęściej w praktyce nie można dla nich znaleźć wspólnego miana.

Najogólniej rzecz biorąc, wskaźniki składające się na potencjał militarny wydaje się celowe traktować jako pojęcia wynikające z ogólnej teorii statystyki wojskowej, a opracowane dla potrzeb w zakresie zbierania, grupowania, opracowywania i analizy materiału statystycznego dotyczącego wszelkich informacji z zakresu nauki wojennej. [29] .

Wskaźniki są pojęciami wyprowadzonymi przy pomocy naukowej indukcji, a zatem ich teoretyczny sens jest indukcyjny. Znaczy to, że muszą być one zawsze stosowane w badaniach konkretnej rzeczywistości, gdy zarówno treść jak i forma ilościowego przejawiania się badanych zjawisk i procesów posiada określony charakter wynikający z istniejących warunków. Ogólny system wskaźników wyprowadzanych przez teorię statystyki wojskowej obejmuje w zasadzie dwie podstawowe grupy.

Do pierwszej można zaliczyć wszelkie wskaźniki, dla identyfikacji których niezbędne jest dokonanie właściwej agregacji rozmaitych odmian elementów składających się na rozpatrywany, podstawowy proces /kategorię/. Np. rozpatrując taką kategorię nauki wojennej jak przewaga sił zbrojnych w czasie drugiej wojny światowej, należy stwierdzić, że tak w skali bezwzględnej jak i względnej, jej wartość liczbowa kształtuje się różnie. Różnice te uwidaczniają się zarówno w operacjach na poszczególnych frontach, jak też w kolejnych okresach wojny. Które spośród tych wartości przewagi można uważać jako optymalne z punktu widzenia kryterium zawartego w założonej dla danego okresu definicji przewagi, a które nie - należy rozstrzygać indywidualnie, gdyż współczesne kryteria oceny nie odpowiadają już ówczesnym. Inny przykład: zazwyczaj istnieje szereg możliwości uzupełnienia braków przewagi ilościowej na drodze podwyższania efektywności środków walki^{18/}. Gdyby przy ocenie optymalnej wartości przewagi kierować się prostym kryterium oceny efektywności, proponowanym przez

~~20/~~-----

18/ Zagadnienie to rozpatruje się bardziej szczegółowo w rozdziale 3.

w statystyce wzór przedstawia tylko jeden ze sposobów wyrażania danego wskaźnika jako pojęcia. W szczególności wskaźniki ogólne zaliczane do drugiej grupy można wyrażać także bez pomocy wzoru tzn. symboliki tworzącej wzór. Pojęcia wskaźników nie przestają być pojęciami, jeżeli nie są wyrażane przy pomocy wzoru.

Wskaźnik, jako pojęcie, może być prawidłowo sformułowany i statystycznie uzasadniony tylko w wyniku badań rzeczywistości. Nie można go zatem odkryć lub wymyślić w oderwaniu od realnych zjawisk czy procesów. Jeżeli mamy do czynienia z określoną zbiornością masowych zjawisk i procesów wojennych oraz chcemy odzwierciedlić określoną stronę tej zbiorowości, to dla statystycznego jej ujęcia i porównania musimy zastosować tylko dokładnie określony wskaźnik. Dla tego samego celu nie można stosować dwóch różnych wskaźników, które dałyby dwa różniące się wyniki liczbowe, czy też ~~inne~~ różne definicje, bowiem, przynajmniej jeden z tych wyników musi być błędny i nie może służyć określonemu celowi.

Istnieje dość powszechny pogląd, że właściwą charakterystykę badanego procesu czy zjawiska społecznego można uzyskać jedynie na drodze porównania ~~z~~ szeregu wskaźników odpowiadających poszczególnym jego elementom.^{22/} Chodzi mianowicie o to, że sprowadzenie wszystkich wskaźników do jednego, uogólniającego wartości wszystkich wskaźników, zaciera strukturę badanego procesu czy zjawiska i nie pozwala na pełne porównanie z innymi analogicznymi procesami /zjawiskami/. Wydaje się jednak, że często obawy te możnaby ~~usunąć~~ po uprzednim wyjaśnieniu celu tworzenia wskaźników uogólniających oraz roli jaką mają spełniać w procesie badawczym w zakresie danego problemu.

22/ Pogląd ten jest rozpowszechniony wśród ekonomistów, zwłaszcza zajmujących się przedmiotem ekonomiki wojennej. Por. artykuł płk mgr. B. Libickiego "Myśl Wojskowa" 5/1959 str. 48, A. Łagowski: "Strategia i ekonomika" str. 35-36. Wyd. MON, Warszawa 1959.; płk dr. Z. Beczkiewicz: "Zarys ekonomiki wojennej" str. 290-302, Wyd. Ośrodek nauk społecznych i wojskowych w Warszawie" 1962.

3. PODSTAWY EFEKTYWNOŚCI DZIAŁAŃ WSPÓŁZALEŻNYCH

PRZEDMIOT, METODA I ZAKRES BADAN

3.1. Istota teorii efektywności

Rozwiązywanie wszelkich problemów występujących w nauce i sztuce wojennej, teorii i praktyce działalności wojskowej, wymaga stosowania zasad "logiki racjonalnego działania" /prakseologicznych zasad postępowania/ [38]. "Zasady takie występują w każdej dziedzinie racjonalnej działalności ludzkiej"^{1/}. Poznanie tych zasad i stosowanie ich w praktyce zapewnia osiągnięcie maksymalnych korzyści z użytkowania posiadanych środków. Można też problem postawić inaczej: jaką, najbardziej niezbędną ilość środków i jakich należy użyć, aby w konkretnych warunkach, przy danym sposobie działania uzyskać zamierzony cel.

Korzenie tej problematyki tkwią po części w nauce o programowaniu i badaniach operacyjnych^{2/}. Dla scharakteryzowania tych dwóch nauk posłużymy się sformułowaniem O. Lange: "Analiza działań i nauka o programowaniu mają dzisiaj zastosowanie w rozmaitych dziedzinach działalności ludzkiej, w których występuje zagadnienie koordynacji wielkiej liczby czynności, zmierzających do osiągnięcia określonego celu oraz zagadnienie optymalnego układu tych czynności, to jest takiego układu, który zapewnia realizację celu w maksymalnym stopniu^{3/}. /Podkreślenie moje J.S./.

1/ O, Lange: Ekonomia Polityczna. Wyd. PWN, Warszawa 1958 s.167.

2/ Nauka o programowaniu oraz badania operacyjne, czasem nazywane analizą działań lub badaniem operacji /Operations Research, Unternehmensforschung, recherche operationelle, issledowanie operacji/ są częściami prakseologii. Obie zalicza się do nauk stosowanych posługujących się, ogólnie rzecz biorąc, rachunkiem optymalizacji, a w stosunku do nauk wojennej są naukami pomocniczymi.

3. O, Lange: Ekonomia Polityczna s.169.

Definicje obu nauk nie zostały dotychczas na tyle ściśle sformułowane, aby zadawały wszystkim pracującym w tych dziedzinach. Na ogół przyjęto jednak rozumieć przez naukę o programowaniu [39] /ściślej: teorię programowania współzależnych działań^{4/}/, jeden z działów ekonometrii^{5/}, teorię zajmującą się "koordynacją poszczególnych wzajemnie zależnych od siebie decyzji" i wyborem programu optymalnego spośród wszystkich możliwych. Stąd wynika podział tej nauki na dwie części: pierwsza zajmuje się "wewnętrzną zgodnością programów", druga - "zagadnieniami optymalności programów"^{6/}. O optymalności programów decydują konkretne kryteria, które leżą u podstaw rozpatrywanego zagadnienia.

Wiele jest również definicji badań operacyjnych⁴⁰. Wydaje się jednak, że dla ogólnej charakterystyki tej nauki można przyjąć, że badania operacyjne są zespołem /zbiorem/ metod służących do wyznaczania optymalnych decyzji do realizacji postawionych celów przy zastosowaniu określonych środków^{7/}.

Teoria efektywności wojennej, której podstawy zamierzamy przedstawić łączy się ściśle z obu wspomnianymi naukami. Ogólna jej idea sprowadza się do wyznaczania optymalnych programów działania dla zrealizowania określonych celów w złożonych warunkach niepewności i przy dysponowaniu zmienną wydajnością środków^{8/}.

Z porównania powyższych trzech definicji wynika, że teorię efektywności wojskowej łączy z teorią programowania i badaniami operacyjnymi dedukcyjny charakter^{9/} metod postępowania

4/ O.Lange: Wstęp do ekonometrii. Wyd.II. Wyd. PWN Warszawa 1961 s.189.

5/ "Ekonometria"- to nauka zajmująca się ustaleniem za pomocą metod statystycznych konkretnych ilościowych prawidłowości zachodzących w życiu gospodarczym. O.Lange: Wstęp do ekonometrii. s.11.

6/ O.Lange - ibidem s.191.

7/ J.Skibiński: Niektóre aspekty badań operacji w wojsku. "Myśl Wojskowa" nr 9/1960 s.11.

8/ Wyjaśnienie terminu "efektywność" podano w przypisach [41].

9/ Podglądy na dedukcyjny charakter procesu badawczego nauki wojennej autor przedstawił w pracach: O podstawach metodologii socjalistycznej nauki wojennej. Zbiór prac ASG nr 2/15/1961 s.134-156. oraz: Zastosowanie matematyki w procesie badawczym nauki wojennej; Zbiór Prac ASG nr 4/17/1962 s.115-141.

badawczego, wspólny aparat wnioskowania /matematyka i logika matematyczna/, a co więcej szereg wspólnych lub zbliżonych metod systematyzowania relacji zachodzących między ilościowymi czynnikami badanego zjawiska czy układu zjawisk, np. metoda modelowania zagadnień, system określania kryteriów optymalności programów, wstępne wyznaczanie funkcji celów itp.

Teorię efektywności wojennej różni od obu powyższych teorii sposób uogólniania zjawisk. Teoria programowania działań współzależnych zajmuje się badaniem współzależności u ilościowych między czynnikami podlegającymi /w zasadzie/ normalnemu prawu rozkładu /wg krzywej Gaussa-Laplace'a/, które przedstawia w postaci układu równań liniowych z dużą ilością niewiadomych; badania operacyjne - ponadto - współzależnościami o charakterze bardziej złożonym, głównie uwarunkowanymi różnymi stopniami niepewności parametrów przy niewiadomych. Teoria efektywności wojennej zajmuje się nie tylko typami współzależności stanowiącymi przedmioty badań teorii programowania i badań operacyjnych, lecz ponadto rozpatruje je z punktu widzenia niepewności osiągnięcia zamierzonego celu działania, a w pewnym stopniu również - zmienności kryteriów oceny optymalności programu działania.

Teoria efektywności wojennej jak gdyby łączy obie teorie, uogólnia je i wiąże w jedną całość pod kątem potrzeb nauki wojennej. Teoria efektywności wojennej odgrywa rolę pomocniczą w ocenie zjawisk zachodzących na polu walki. Stosując odmienny aparat wnioskowania, uzupełnia pracę organów kierowniczych /dowódczych/ nad podejmowaniem decyzji w zakresie planowania i w toku realizacji zamierzonych celów.

Z powyższego ujęcia wynika, że zakres badań teorii efektywności wojennej jest bardzo szeroki. Obejmuje on zagadnienia dotyczące zarówno samego zadania /celu działania/ jak i analizy metod pozwalających zadanie to zrealizować, przy czym również na drodze stałego wzrostu przewagi nad przeciwnikiem w warunkach zmian potencjałów militarnych obu stron. Niewątpliwie zadania ogólne, wysuwane przez politykę, ustalone są w zasadzie w oparciu o inne przesłanki /polityczne, gospodarcze, psychologiczne itp./ jednak można sądzić, że w wielu przypadkach analiza tych zadań może doprowadzić do

wniosku o potrzebie skorygowania, względnie nawet odrzucenia postawionych zadań. Na tym właśnie polega m.in. wpływ badań efektywności na kierunki i strukturę rozwoju sił zbrojnych. Rozciąga się on od badań poszczególnych fragmentów rozwoju, do badania całych układów /zespołu układów/, a wreszcie - całych działań, rodzajów sił zbrojnych.

3.2. Charakter kompleksowej analizy działań

Jedną z najbardziej istotnych cech praw i prawidłowości rządzących procesem walki zbrojnej jest stochastyczny charakter występowania czynników i zależności między nimi, składających się na ten proces. Wynika to stąd, że i prawa rządzące tymi procesami mają charakter stochastyczny. [42]. Tak też przedstawiają ten problem Marks i Engels charakteryzując kształtowanie się takich kategorii jak wartość i stopa zysku, czy nawet praw ekonomicznych [43]. "Konieczność przebiega się poprzez przypadkowość"^{10/}. W ten sposób, ~~wymaga~~ "w masie powstałych działań następuje kompensowanie się skutków związków przypadkowych i uwidocznianie się związków koniecznych, co w pewnych warunkach występuje przy masowym powtarzaniu się danego rodzaju zdarzeń"^{11/}. Jest to postać "prawa wielkich liczb" i stąd wynika stochastyczny /statystycznie ujęty/ charakter praw rządzących wszelkim racjonalnym działaniem ludzkim, a więc i działaniami w procesie walki.

W walce zbrojnej przypadkową uzmiennność oceny wartości czynu podkreśla różny stopień niepewności danych występujących w informacjach o działaniu i decyzjach przeciwnika /n.b. uzależnionych od naszych decyzji/, stanach i wartościach sił i środków, warunkach zabezpieczania działań itd. Stąd dwie ilościowo równe jednostki mogą osiągnąć różne wyniki w walce, z "tym samym" przeciwnikiem, jednak poszczególne odchylenia przypadkowe od przeciętnego wyniku dla danego typu działań, w swej masie

10/ K.Marks, F.Engels: Dzieła Wybrane, "Książka i Wiedza", Warszawa 1949, t.II.s.483. /list Engelsa do Starkeburga z 25 stycznia 1894 r./.

11/ O.Lange: Teoria statystyki cz.I. s.23-26. Wyd.Polgos, Warszawa 1952 r.

znoszą się wzajemnie i znikają /w myśl prawa wielkich liczb/.

Zgodnie z podstawową zasadą dialektyki rozwoju społecznego, proces walki zbrojnej można oceniać prawidłowo tylko w oparciu o zasady kompleksowej analizy działań. Podstawowym celem tej analizy jest wyznaczanie niezbędnych danych dotyczących ocen syntetycznych w związku z procesem podejmowania decyzji wieloetapowych i opracowywaniem programów działań na dłuższe okresy czasu. Przez pojęcie kompleksowej analizy działań /wojskowych/ rozumiemy nie tylko metodę badań /w ścisłym sensie/ ile system analizy, tj. stosowanie różnych metod badawczych na bazie określonego systemu wskaźników /podstawowych i pomocniczych/, pozwalających na obiektywną charakterystykę i ocenę efektywności działań badanych układów /związków operac., zespołów, grup itp/. Wskaźniki charakteryzujące poszczególne elementy /czynniki/ badanego zjawiska, uzyskuje się z różnych źródeł i przy pomocy różnych metod.

Kompleksowa analiza działań jest więc narzędziem uogólniającym związku i procesy towarzyszące organizacji, rozwojowi i użyciu sił zbrojnych jako całości oraz - wynikające stąd aspekty wykonawcze^{12/} w zakresie określania szczegółowych stanów ilościowych, struktury i form użycia wojsk.

Z powyższego sformułowania pojęcia kompleksowej analizy działań wynika jej zakres. Określa go charakter wyników jakie należy uzyskać na drodze analizy, a przede wszystkim: jakich problemów w rozpatrywanym układzie wyniki te mają dotyczyć oraz w jakim celu dowództwo będzie je użytkowało^{13/}; stąd wynikają następane zagadnienia: jakie powinien być stopień realności i ścisłości uzyskanych wyników^{14/} oraz kiedy powinny docierać do dowództwa^{15/}.

Z drugiej strony wyniki analizy powinny być opracowywane pod kątem potrzeb dowództwa w zakresie oceny położenia i podjęcia decyzji, a więc w pewnym systemie wynikającym z charakteru sytuacji wyjściowej na którą składają się:

12/np. rodzaje związku operac. /grupy/, jego wielkość i przeznaczenie podstawowe, porównywalność w czasie i przestrzeni.

13/ np. do "Sterowania" tj. podejmowania decyzji ogólnych, czy do zarządzania tj. podejmowania decyzji bardziej szczegółowych.

14/ Często jest lepiej zrezygnować z wyników bardziej ścisłych lub szczegółowych dla przyspieszenia lub umożliwienia ich uzyskania, czy też ze względu na ich mniejszą pracochłonność.

15/ np. okresowo, w miarę potrzeb, bieżąco.

- cel działania /np. zadanie obniżenia efektywności sił i środków przeciwnika o określoną wielkość;
- efektywność dyspozycyjnych środków;
- sposób osiągnięcia celu i przewidywane warunki wykonania tego zadania.

Przez wyraźne i możliwie ścisłe wyjaśnienie tych problemów uzyskujemy dane wyjściowe do kompleksowej analizy działań.

Reasumując: kompleksowa analiza działań jest systemem metod, które w oparciu o zbiór syntetycznych wskaźników pozwalają stworzyć uogólniające przesłanki do budowy optymalnych programów realizacji postawionych celów oraz dokonać obiektywnej charakterystyki i oceny efektywności zamierzonych działań.

Oceniając kompleksową analizę działań z punktu widzenia charakteru badanych problemów oraz stopnia uogólniania wyników /a więc i stosowanych metod badawczych/ wydaje się słuszne dokonać następującego podziału na:

- a/ kompleksową analizę efektywności;
- b/ analizę działań.

Pierwsza jest w zasadzie narzędziem szczebla sterującego rozwojem i koncepcyjnym użyciem wojsk, procesem badawczym podejmującym próby sformułowania racjonalnych /poza intuicyjnych/ przesłanek zapewniających utrzymanie ciągłości realizacji postawionych celów w myśl jednolitego planu centralnego /np. planu gospodarki wojennej, planu rozwoju sił zbrojnych, planów koordynacyjnych itp/.

Druga /zj. analiza działań/ jest z reguły narzędziem szczebli wykonawczych różnych szczebli, a więc zajmuje się problematyką rozwiązań szczegółowych. W głównych zarysach nie odbiega ona od tzw. badań operacyjnych.

Oczywista, wyniki kompleksowej analizy efektywności mogą również określać kierunki rozwiązań bardziej szczegółowych, dokonywanych wtórnie na szczeblach wykonawczych.

3.2.1. Problem mierzenia efektywności

W świetle powyższych rozważań centralnym przedmiotem kompleksowej analizy działań jest wyznaczenie optymalnego planu realizacji zamierzonego celu. Jednym z ważniejszych środków w tym zakresie jest system pomiaru efektywności środków przeznaczonych /bądź przewidywanych/ do wykonania w określonych

warunkach jednego lub szeregu zadań składających się na zamierzony cel.

Optymalność planu warunkują kryteria przyjęte nieraz a priori /np. minimalny czas, maksymalne straty przeciwnika itp/, lub obliczone na podstawie zbioru danych statystycznych dotyczących poszczególnych elementów badanego zjawiska czy procesu. Jest to oddzielne zagadnienie. Niezależnie jednak od określonych kryteriów, optymalność planu warunkuje właściwie dobrany system mierników i wskaźników charakteryzujących poszczególne kategorie i współzależności między nimi składające się na dany układ środków działania. A zatem, efektywność układu wyznacza stosunek uzyskanych /spodziewanych/ wyników do poniesionych nakładów, ujęty w postaci charakterystyki numerycznej /liczbowej/ właściwości ilościowych /a jeśli możliwe i jakościowych/ danego układu w zależności od miejsca, roli i zadań jakie spełnia w konkretnym czasie dla realizacji określonego celu. W takim ujęciu efektywność może występować w modelu planu jako parametr /zbiór parametrów/ lub jako zmienna decyzyjna. W obu przypadkach o wartości tego czynnika decydować będzie system mierników dostosowany do charakteru elementów przyjętych jako jednostkowe dla danego układu /lub zbioru układów/. Odbiciem efektywności elementów układu, bądź układu jako całości są właściwe im wskaźniki całościowe lub cząstkowe tworzone w oparciu o jednolity system mierników.

Ujęcie problemu mierzenia efektywności każdego układu środków zależy od charakteru celu jaki mają realizować. Najbardziej istotną rolę odgrywa tu ich wydajność, którą zależnie od potrzeb można oceniać statycznie lub dynamicznie i ujmować w planach doraźnych bądź perspektywicznych, w zakresie bardziej ogólnym /np. dla sterowania zbiorem układów/ lub bardziej szczegółowym niezbędnym do podejmowania bezpośrednich decyzji wykonawczych.

Najogólniej rzecz biorąc skala i zakres potrzeb jest dość szeroka, np.:

- wyznaczanie aktualnych i niezbędnych stosunków efektywności sił i środków własnych do przeciwnika;
- określania optymalnych propozycji w zbiorach, które powinny składać się z różnych rodzajów sił i środków /np. w związkach

broni połączonych/;

- określanie przewidywanych wyników działań /np. tendencji spadku efektywności sił własnych i przeciwnika w toku walki/;
- określanie potrzeb w zakresie wzmacniania sił i środków w miarę ich zużywania się w toku działań;
- analiza /kalkulacja/ potrzeb w stosunku do zamierzanych działań;
- organizacja kierowania działaniami i kontroli ich przebiegu.

Wszelkie przewidywania i wynikające z nich decyzje, podejmowane w zakresie tych zagadnień, zależą w różnej mierze od stopnia prawidłowości w obliczaniu /mierzeniu/ zamierzanych efektów końcowych bądź pośrednich. Problem jest niezwykle złożony i to nie tyle z powodu konieczności uwzględniania wielkości czynników i warunków o różnym charakterze, ile z uwagi na istnienie obiektywnych trudności, wynikających z dalekich jeszcze od doskonałości powiązań teorii obliczania efektów działań sił zbrojnych z praktyką^{16/}.

Tę rozbieżność między teorią a potrzebami praktyki w zakresie możliwie ścisłego mierzenia potrzeb materialnych sił zbrojnych przedstawimy na przykładach.

Potrzeby rzeczowe wojska /utrzymanie, uzupełnienie, rozwój techniczny itp./ stanowią dla gospodarki państwa socjalistycznego "zło konieczne", na które należałoby wydatkować najbardziej społecznie niezbędną ilość nakładów w stosunku do ogólnych zamierzeń w planie gospodarczym. Wraz z gwałtownym rozwojem techniki rosną potrzeby wojska na coraz bardziej jakościowo wyższy stan osobowy, co również koliduje z możliwością wydzielenia z ogólnego stanu ludności aktywnie pracującej takiej ilości, aby mimo to zapewnić gospodarcze stąły wzrost. Z kolei wskaźniki czynników osobowych i rzeczowych powinny przewyższać odpowiednie wielkości dotyczące potencjalnego przeciwnika. Sprawa byłaby prosta gdyby wielkości te można

16/ Problem ten występuje jeszcze obecnie bardzo wyraźnie przy praktycznym stosowaniu rachunku ekonomicznego w gospodarce narodowej państw specjalistycznych. Podobne rozbieżności występują również przy stosowaniu metod badań operacyjnych do rozwiązywania zadań wojskowych.

było wyznaczyć przy pomocy jednego wskaźnika lub kilku wskaźników współzależnych. W dotychczasowej praktyce każdy z tych elementów /rzeczowy i osobowy/ składa się z szeregu różnorodnych wskaźników, których nie można zbilansować bez popełnienia błędu /świadomie/ w granicach dość trudnych do określania. Stąd też optymalność planów rozwoju jest jeszcze oceniana intuicyjnie, co w świetle złożoności tych problemów nie może spełnić postulatu wewnętrznej zgodności planów. Przyczyną tego stanu jest wątpliwe i względne zarazem znaczenie pieniądza jako miernika efektywności planu.

Nie ulega wątpliwości, że wielkość potencjału sił zbrojnych, w początkowym okresie współczesnej wojny, określa /oprócz ludzi/ aktualna wartość bazy militarnej /łącznie z zapasami/ pomniejszona przez bieżące straty wskutek oddziaływania przeciwnika /przy założeniu, że produkcja okresu wojennego jeszcze nie istnieje/. Porównywanie więc stanu potencjału walczących stron przy pomocy wskaźników opartych na mierniku pieniężnym byłaby podobnie mało przekonujące, jak określanie stosunków sił przy pomocy konwencjonalnego miernika w postaci ilości związków taktycznych, sztuk sprzętu bojowego, stanu zapasów, itp. Wiadomo bowiem z góry, że porównywane związki i sprzęt posiadają różną wydajność bojową.

Z braku dokładniejszych wskaźników świadomie pomija się w kalkulacji sił rozbieżności w ocenie wydajności obu stron, a do planowania wprowadza się co najwyżej intuicyjnie określoną wartość prawdopodobieństwa osiągnięcia zamierzonego celu. Ogólnie rzecz biorąc, niepewność co do przebiegu działań była zawsze jednym z głównych dylematów sztuki wojennej.

Jeśli słuszne jest dążenie do uzyskania maksymalnego stopnia pewności zrealizowania celu działań, to nawet zdając sobie sprawę z niedoskonałości metod opartych na przesłankach logiki matematycznej i rachunku optymalizacji, wydaje się korzystne odpowiedzieć na pytanie: jak określać potrzeby wojska, aby uzyskać wyższą pewność osiągnięcia celu działań niż przeciwnik?

Pytanie to istnieje obecnie tylko w sferze teorii, bowiem pełne zweryfikowanie odpowiedzi może odbyć się tylko w toku wojny. W przypadkach badań problemów cząstkowych, uzyskane wyniki mogą w pewnym stopniu stanowić dla praktyki ogólne wytyczne działania.

Zbiór parametrów i zmiennych składających się na ogólną treść modelu wskaźnika efektywności układu wyznacza się z uwzględnieniem potrzeb wynikających z konkretnego zadania tego układu w określonym przedziale czasowym. Niektóre z tych czynników mogą wyrażać dość złożoną treść, a ich sformułowanie liczbowe można będzie uzyskać dopiero po dokonaniu szeregu pomocniczych operacji rachunkowych, a więc z reguły w rezultacie przyjęcia szeregu niezbędnych dodatkowych założeń co do charakteru jakościowych właściwości układu. Na przykład w szeregu wypadków wskaźnik efektywności broni można będzie wyrazić w postaci stosunku z ilości strat zadanych przeciwnikowi do strat własnych spowodowanych przez broń przeciwnika. Ze zrozumiałych względów jakość zadań wykonywanych przez daną broń powinna być w rozsądny sposób ograniczona do najbardziej istotnych, podstawowych, a więc do zadań dla wykonywania których dana broń została stworzona. Można będzie czasem pominąć straty powstałe przy wykonywaniu zadań drugorzędnych lub nietypowych dla danego układu. /np. przy obliczaniu efektywności ogniowej artylerii przeciwlotniczej w działaniach obronnych, można pominąć przypuszczalne straty w czołgach przeciwnika spowodowane przez ogień poszczególnych baterii w wypadku ich bezpośredniego zagrożenia/. Niewątpliwie, tego rodzaju ograniczenia i uproszczenia spowodują pewne obniżenie poszukiwanej wartości wskaźnika efektywności /inne założenia mogą wpłynąć na jej zwiększenie/, jednak takie postępowanie znacznie ułatwi i przyspieszy tryb obliczenia.

W świetle złożoności warunków określających istotę efektywności, dobór właściwej jednostki miary efektywności zależy od potrzeb wynikających z modelu zadania, a więc od charakteru odpowiedzi jakiej oczekuje się w wyniku rozwiązania. Stąd też uzasadnione jest dążenie do wprowadzenia takiej jednostki miary, która byłaby wspólna dla wszystkich czynników danego zadania /modelu/. Np. w zadaniach z dziedziny ekonomii taką rolę spełnia często jednostka pieniężna. Taką miarę stosuje się niejednokrotnie na Zachodzie przy obliczaniu efektywności projektowanych rodzajów broni. Np. w pracy o projektowaniu broni raketowej^{17/} autor określa jej efektywność

17/ Por. G. Merill, H. Goldberg, R. H. Heimholz: "Operations Research. Armament . Launching." New York, 1956; s.43-44.

równaniem: $E = -\frac{D}{C}$, w którym D oznacza ogólne straty własne lub straty zadane przeciwnikowi, a C - ogólny koszt broni, przy czym każdy z tych czynników oblicza się w dolarach. Autor wyjaśnia: "Na pierwszy rzut oka wydaje się niemożliwe..., lecz faktem jest, że nawet moralność i życie ludzkie można ocenić w dolarach. Londyńczycy, którzy podczas drugiej wojny światowej oblewali się zimnym potem, gdy spadały wyjące bomby, potwierdzają, że napięcie psychiczne przekształciło się w funty szterlingi niewykonanej produkcji". Taką miarą efektywności broni jest dla nas, ze względów zasadniczych, nie do przyjęcia, inna jest bowiem rola "oceny" i "wartości" w gospodarce specjalistycznej.

Podkreślaliśmy już niejednokrotnie, że na efektywność układu wpływają również czynniki liczbowo niewymierne, jak np. stan psychiczny wojsk, stopień ich wyszkolenia, lepsze lub gorsze zasady działań wojsk własnych w stosunku do przeciwnika itp. Odrzucenie tych czynników niewątpliwie wpłynęłoby niekorzystnie na określenie możliwie obiektywnej wartości liczbowej poszukiwanej efektywności, to też w wypadkach gdy jest to tylko możliwe, należy uwzględniać je, wprowadzając do modelu np. w postaci współczynników liczbowych wyznaczonych uprzednio metodami statystycznymi, np. na podstawie danych z działań o podobnym charakterze. Należy przy tym zdawać sobie sprawę ze źródeł niedokładności związanych z wykorzystaniem tego rodzaju informacji, to też sposób ich opracowania, względnie odrzucenie, zależeć będzie zawsze od doświadczenia grupy badawczej. Najważniejszym drogowskazem powinien być zawsze cel badań oraz wynikające z niego podstawowe zadania.

Powyższe aspekty dokładności mogą mieć poważne znaczenie przy określaniu efektywności porównawczej, zwłaszcza gdy jej obiektem będą zasady użycia poszczególnych rodzajów broni lub sprzętu, lub nawet zasady działań bojowych /operacyjnych/ związków ogólnowojskowych. Wyniki uzyskane dla dwóch lub więcej sposobów działań mogą znacznie różnić się od siebie. Powstanie wówczas istotna trudność w ustaleniu ostatecznego wyniku, jako przeciętnego dla wprowadzenia do rozpatrywanego modelu. Nie bez znaczenia jest w tych wypadkach również

wybór rodzaju przeciętnej. Rodzaj przeciętnej /średniej/ uzależniony od stopnia sprecyzowanego celu poznawczego i od układu posiadanego materiału obliczeniowego lub strategicznego [44]. Na marginesie tego zagadnienia warto przytoczyć przykład wy-pośredkowania wartości przyjmowanych do obliczeń, stosowany w dziedzinie badań operacji na Zachodzie. Jako jednostkę porównawczą stosowano tzw. bel tj. logarytm dziesiętny danej liczby oraz hemibel wynoszący $1/2$ bel^{18/}. Przyjęto uważać, że gdy wynik uzyskany z porównania dwóch odmiennych metod jest mniejszy od jednego hemibela, wówczas można wysnuć wniosek, że obie metody są praktycznie równorzędne.

Autorzy zastrzegają się przy tym, że te dane których nie można poddać ocenie ilościowej będą często zwiększały różnice między czynnikami wyrażonymi liczbowo. Jeśli jednak stosunek będzie zbliżał się do trzech /tj. do 1 hemibela/ lub przekroczy liczbę trzy, wówczas przyjmuje się, że wpływ czynników niewymierzalnych /np. przypadkowych/ jest zbyt poważny, aby porównywaną wartość przyjąć jako właściwą. Np. gdy porównuje się ilości wykrytych celów w dwóch operacjach /lub w dwóch okresach/ tj. 200 i 500, wówczas stosunek wynosi 2,5, a więc mniejszy od 3 tj. od jednego hemibela. / $\log. 3 = 0,5$ bel/ w przybliżeniu/ lub 1 hemibel/.

Podsumowanie:

Podstawą kompleksowej analizy działań jest system wskaźników. System ten musi odpowiadać następującym warunkom:

1. Ilość wskaźników podstawowych musi być możliwie ściśle ograniczona, natomiast mogą one być uzupełnione dowolnie wskaźnikami pomocniczymi, współczynnikami itd.
2. Każdy wskaźnik musi być wymierny w czasie i przestrzeni i charakteryzować jednoznacznie dane zjawiska, co wymaga, aby był ustalony według odpowiednich metod i z zastosowaniem

18/ Por.: P.M.MORSE, G.M.KIMBALL: "Methods of operations Research" tłum. z ang. "Issedowanie opieracji" - Moskwa 1956, s.115.

Jednostkę tę stosowała m.in. grupa prof.P.M.S. Blacketta przy badaniach działań brytyjskiej marynarki wojennej podczas II wojny światowej.

właściwych mierników.

3. Każdy wskaźnik musi być potraktowany porównawczo, tj. porównywany z danymi przyjętymi za podstawę do porównań, odpowiadających właściwościom danego wskaźnika.
4. Wyjaśnienie przyczyn kształtowania się każdego wskaźnika powinno być dokonane przy pomocy wskaźników pomocniczych i współczynników, a więc obiektywnych rozliczeń przy użyciu właściwych metod analizy: w żadnym przypadku nie mogą to być wyjaśnienia opisowe, usprawiedliwiające, które noszą z zasady charakter subiektywny, sprzeczny z charakterem obiektywnym analizy kompleksowej.
5. Syntetyczne zestawienie podstawowych wskaźników powinno znaleźć wyraz w przedstawieniu tendencji rozwojowej. Mogą tu być zastosowane różne rozwiązania graficzne przy użyciu ekstrapolacji lub innych sposobów ustalania trendu oraz scharakteryzowania linii rozwojowej. Stanowi to jednak odrębne zagadnienia.

3.3. Podstawowe elementy rachunku optymalizacji

Przedmiotem kompleksowej analizy działań jest proces walki zbrojnej i wynik walki oraz współzależności między nimi kształtujące się w ramach zamierzonego programu działań. Analiza powinna więc dotyczyć wyznaczenia wartości:

- a/ wskaźników charakteryzujących zamierzony proces walki oraz odpowiadających jej wskaźników techniczno-bojowych;
- b/ wskaźników charakteryzujących wynik walki względnie, zależnie od potrzeb, zamierzony cel działań.

Rezultat kompleksowej analizy działań uzyskany w postaci wskaźnika efektywności programu realizacji zamierzonego celu /w myśl założonych a priori lub obliczonych kryteriów optymalności/ wyznaczy, ogólnie rzecz biorąc, stosunek wskaźników zamierzonych wyników walki /np. w postaci funkcji określającej cel/ do wskaźników nakładów sił i środków przeznaczonych do ich uzyskania.

Rachunek optymalizacji jest matematycznym narzędziem kompleksowej analizy efektywności działań służącym do wyznaczenia stopni optymalności programów /np. w postaci prawdopodobieństw osiągnięcia określonych wyników/ w zmiennych warunkach

realizacji celu.

Rozpatrzmy podstawowe kategorie teorii efektywności w świetle rachunku optymalizacji.

3.3.1. Funkcja celu działania wyznacza wynik działania

Zgodnie z definicją pojęcia działania /rozd.3/, pomijając narazie sposób działania, podstawowe czynniki ilościowe /wymierne/ składające się na treść działania będą:

- max ilości sił /energii/, które należy pokonać /przewyciężyć/;
- min ilość sił /energii/, którą się przeznaczą do tego celu;
- minimalny czas w jakim zadanie to powinno być wykonane.

Rozpatrzmy to zagadnienie na przykładzie elementarnego modelu walki zbrojnej tj. starcia spotkaniowego, gdy obie strony zamierzają osiągnąć przeciwstawne cele, tj. wyprowadzić z walki max ilości sił przeciwnika przy użyciu jaknajmniejszych sił własnych w jaknajkrótszym czasie.

Wynik walki określa wartość bojowa wyprowadzonych z walki sił i środków przeciwnika, lub inaczej: wartość funkcji wydajności bojowej sił przeciwnika w dowolnym momencie walki.

Wprowadzamy następujące oznaczenia pojęć podstawowych.

lp.	Symbol	Treść
1	2	3
1	N	Oznaczenie potencjału przeciwnika
2	M	Oznaczenie potencjału własnego
3	Q ^N Q ^N , Q ^M	Ogólna ilość jednostek bojowych w rozpatrywanym układzie. Stąd: Q ^N - w układzie przeciwnika, Q ^M - w układzie własnym
4	t ₁ , t ₂ , t _r = t _i ; t ₁ = 0 i=1,2,...r.	Odcinki czasu. Stąd np. Q _{t₁} ^{N/M} - ogólna ilość jednostek bojowych przeciwnika/własnych/ w momencie początkowym /t ₁ =0/; Q _{t_r} - w momencie końcowym; Q _{t_i} - w dowolnym momencie.
5	C	Maksymalna ilość jednostek czasu użytkowania sprzętu /techniki/, czyli czas uzyskania przez wskaźnik efektywności końcowej wartości minimalnej.

1	2	3
6	T	Minimalna ilość jednostek czasu na osiągnię- cie przez wskaźnik efektywności krytycznej wartości maksymalnej.
7	p	Procent czasu T względem C; $p = \frac{C-T}{CT}$
8	∞	Wydajność sił własnych w ciągu jednostki czasu /straty efektywności strony N/.
9	A	Ogólne straty strony N w okresie walki; ogólna wydajność M.
10	β	Wydajność sił przeciwnika w ciągu jednostki czasu. /Straty efektywności strony M/.
11	B	Ogólne straty strony M w okresie walki; ogólna wydajność N.
12	m $k^M = 1, 2, \dots, m$	Ogólna ilość rodzajów uzbrojenia /techniki/ w rozpatrywanym układzie własnym.
13	n $k^N = 1, 2, \dots, n$	Ogólna ilość rodzajów uzbrojenia /techniki/ w rozpatrywanym układzie przeciwnika.
14	$q_k^{N/M/}$	Ogólna ilość uzbrojenia /techniki/ rodzaju k w rozpatrywanym układzie strony N; /M/. $k = 1, 2, \dots, n/m/$.
15	$e_k^{N/M/}$	Sredni wskaźnik efektywności bieżącej broni /techniki/ k strony N /M/.
16	w	Ogólna ilość kierunków /sposobów/ działania.
17	v $v = 1, 2, \dots, w$	Dowolny numer kierunku /sposobu/ działania.
18	e_k^{Nv} e_k^{mv}	Sredni wskaźnik efektywności bieżącej jed- nostki broni /techniki/ rodzaju k strony N na kierunku /przy zastosowaniu sposobu/ v; j.w. dla strony M.
19	E	Wskaźnik efektywności układu.
20	$\omega_k^{N/M/}$	Wartość bojowa jednostki broni /sprzętu/ $\omega_k = e_k \cdot q_k$ $k = 1, 2, \dots, n/n/$; $k = 1, 2, \dots, m/M/$
21	P	Wartość bojowa układu $P = \sum_{k=1}^{n/m/} [1 - b_k / e_k \cdot q_k]$
22	b_k	Współczynnik strat efektywności w broni k
23	W	Funkcją celu działania /walki/.

W momencie wyjściowym $/t_1=0/$ wartości bojowe obu stron będą:

$$P_{t_1}^N = \sum_{k=1}^n \left(e_k q_k t_1 \right)^N ; P_{t_1}^M = \sum_{k=1}^m \left(e_k q_k t_1 \right)^M \dots /1/$$

$$k^N = 1, 2, \dots, n; \quad k^M = 1, 2, \dots, m.$$

W końcowym momencie walki, tj. uwzględniając straty efektywności przez wprowadzenie współczynnika strat $/b/$ przy czym $0 \leq b \leq 1$, otrzymamy:

$$P_{t_r}^N = \sum_{k=1}^n \sum_{t=r} \left[(1-b_k) e_k q_k \right]^N = \max; \dots /2/$$

$$P_{t_r}^M = \sum_{k=1}^m \sum_{t=r} \left[(1-b_k) e_k q_k \right]^M = \min.$$

Stąd wyniki walk w dowolnym momencie czasu t_i w przedziale $t_1=0$ do t_r będą:

dla strony N: $B = \sum_{t_1=0}^{t_r} \sum_{k=1}^m \left(b_k e_k q_k \right)^M; \dots /3/$

dla strony M: $A = \sum_{t_1=0}^{t_r} \sum_{K=1}^n \left(b_k e_k q_k \right)^N \dots /4/$

przy spełnieniu warunków

$$e_k \geq 0; \quad 0 \leq q_{t_r} \leq q_{t_1}; \quad 0 \leq b \leq 1$$

$$i = 1, 2, \dots, r.$$

oraz przy pominięciu obniżania się wskaźnika efektywności broni /sprzętu/ wskutek naturalnego zużycia w toku walki. W związku z powyższym funkcja wydajności bojowej przyjmie postać ogólną:

$$W=f /A,B,P^N,P^M, t/ \dots\dots /5/$$

Wyrażenia /3/ i /4/ przedstawiają ogólną postać funkcji wyników walki każdej ze stron /dla dowolnego momentu czasu/. Celem walki będzie jednak uzyskanie zamierzonych wyników w warunkach utrzymania optymalnej wartości bojowej sił w końcowej fazie walki. Funkcje celu walki wyznaczy więc stosunek strat przeciwnika do optymalnej wartości bojowej sił własnych w dowolnym momencie czasu, czyli:

$$W_{t_i}^M = \frac{A^M}{p_{t_i}^M} = \max / \min /; \quad W_{t_i}^N = \frac{B^N}{p_{t_i}^N} = \max / \min / \dots\dots /6/$$

$$i = 1, 2, \dots\dots, \bar{n}.$$

Zakładamy, że starcie rozpoczęte w momencie t_1 trwa bez przerwy, dopóki jedna ze stron nie osiągnie zamierzonego celu. Zatem funkcje realizacji celów walki^{19/}, tj.

$$W^M = f [A/t/, \quad P^M/t/] \dots\dots\dots /7/$$

$$W^N = f [B/t/, \quad P^N/t/]$$

są funkcjami ciągłymi /rosnącymi lub malejącymi/, przy czym

19/ Dla uproszczenia rozważań przedstawiono funkcję celu /5/, /6/, /7/ w postaci równań. Można jednak przyjąć, że w praktyce najczęściej trzeba będzie stosować nierówności, np. aby:

$$W_{t_i}^M \geq \frac{A^M}{p_{t_i}^M}, \quad \text{bądź} \quad W_{t_i}^N \leq \frac{B^N}{p_{t_i}^N}$$

W takich przypadkach układ nierówności można zamienić na równania przez wprowadzenie tzw. zmiennych swobodnych.

przyjmujemy, że obie funkcje celu posiadają pierwsze i drugie pochodne cząstkowe, czyli:

$$\frac{\partial f}{\partial t_i} \geq 0 \quad i=1,2, \dots, r.$$

3.3.2. Warunki optymalizacji programu.

Pojęcie programu związane jest zazwyczaj ściśle z wyznaczeniem właściwych środków do realizacji postawionego celu. Funkcja celu powinna więc określać program działania w postaci zbioru środków znajdujących się w dyspozycji. Ogólnie rzecz biorąc, ilości poszczególnych rodzajów środków /np. potrzeb materiałowych, broni, ludzi, czasu itp/ dla wykonania określonych zadań, składających się na ogólny cel działania, będą wielkościami zmiennymi /zmiennymi decyzyjnymi/, a w postaci zbilansowanej /w modelu/ muszą odpowiadać /sumarycznie/ wielkościom stałym określonym przez cel działania.

W nawiązaniu do rozważań w rozdziale 3.3.1., programami działania nazwiemy zbiory takich czynników zmiennych: dla strony M: $q_1^M, q_2^M, \dots, q_m^M$, a dla strony N: $q_1^N, q_2^N, \dots, q_n^N$, oznaczając przez q nieznaną ilość odpowiedniego środka dla wykonania określonego zadania /w ramach ogólnego celu/. Funkcje celu wyrażono w postaci zbilansowanej w równaniach /6/, zakładając dla uproszczenia rozważań, że współczynniki strat b_k^N, b_k^M oraz odpowiednie e_k^N i e_k^M / $k^N=1,2,\dots,n$ i $k^M=1,2,\dots,m$ /, jako jednostkowe wskaźniki efektywności, odgrywają rolę właściwych, stałych współczynników przy niewiadomych.

W takim ujęciu funkcje celów obu stron powinny odpowiadać właściwym programom z których każdy musi spełniać określone warunki wynikające ze specyfiki celu walki oraz wszelkie inne /uboczne/, które mogą wpływać na tok realizacji celu.

Jak wspomniano, zbiór czynników funkcji celu powinien bilansować się w ramach każdego z tych programów. Oznaczmy przez s^N i s^M ilości warunków dla każdej ze strony, a przez

$$q_1^N, q_2^N, \dots, q_r^N \quad \text{i} \quad q_1^M, q_2^M, \dots, q_r^M \quad \text{odpowiednie wartości}$$

zmiennych zależnych, które powinny spełnić te warunki. A zatem zbiór programów zbilansowany względem P^M i Q^M przyjmie postać

macierzy:

$$\begin{array}{l}
 q_{1,1}^M, q_{1,2}^M, \dots, q_{1m}^M \quad P_1^M \\
 q_{2,1}^M, q_{2,2}^M, \dots, q_{2m}^M \quad P_2^M \\
 \text{-----} \\
 \text{-----} \\
 q_{s,1}^M, q_{s,2}^M, \dots, q_{s,m}^M \quad P_m^M \\
 \text{-----} \\
 Q_1^M, Q_2^M, \dots, Q_s^M
 \end{array}$$

tzn. będzie zbiorem wewnętrznie zgodnym o m - n stopniach swobody wyboru programu optymalnego. Innymi słowy: rozwiązanie optymalne powyższego modelu będzie jednym /lub więcej/ z rozwiązań dopuszczalnych znajdujących się w m wymiarowym obszarze tych rozwiązań. Model zadania strony N jest analogicznym zbiorem programów wewnętrznie zgodnych o n - r stopniach swobody.

Podstawowy warunek optymalności programu występuje wówczas, gdy funkcja celu osiąga ekstremum w obszarze rozwiązań dopuszczalnych /założyliśmy bowiem w rozdz. 3.3.1., że funkcja celu jest ciągła/. Wynika stąd, że na jej wartość ekstremalną, maksymalną lub minimalną - por. równania /2/ i /6/ rozdz. 3.3.1./ złożą się odpowiednie wartości jej czynników zmiennych /tj. $q_1, q_2, \dots, q_{m/n}$ spełniające zarówno warunki zgodności względem właściwych $P^{M/N}$ jak i $Q^{M/N}$.

Metody rozwiązywania modeli /w postaci układu równań i nierówności/ stanowią oddzielny problem, którego w tej pracy nie rozpatruje się. Wybór właściwej metody /czy zbioru metod/ zależy w głównej mierze od charakteru parametrów modelu, przede wszystkim od wielkości prawdopodobieństw /lub granic prawdopodobieństw/ z jakimi występują w rzeczywistości, bądź - ocenia się możliwości ich występowania, ponadto od charakteru współzależności zachodzących między czynnikami składającymi się na program oraz między programami w zbiorze programów dopuszczalnych.

3.3.3. Funkcja efektywności układu.

Wychodząc z ogólnej definicji efektywności, jako stosunku uzyskanych wyników do poniesionych strat, możemy przyjąć /uwzględniając poprzednie ograniczenia/, że w dowolnym momencie t_i stosunek średnich strat strony N do strat strony M wyniesie:

$$\frac{\alpha_{t_i}}{\beta_{t_i}} = E; \quad \frac{\beta_{t_i}}{\alpha_{t_i}} = \frac{1}{E}, \quad \text{--- --- --- /7/}$$

stąd: $\alpha_{t_i} = \frac{E}{1+E}; \quad \beta_{t_i} = \frac{1}{1+E}; \quad \text{--- --- --- /8/}$

A więc wartości bojowe obu stron w momencie t_i będą:

$$P_{t_i}^N = P_{t_i}^N - \alpha_{t_i}; \quad P_{t_i}^M = P_{t_i}^M - \beta_{t_i}; \quad \text{--- --- --- /9/}$$

z czego wynika, że stosunek sił w momencie t_i wyniesie:

$$\frac{P_{t_i}^N}{P_{t_i}^M} = \frac{P_{t_i}^N - \frac{E}{1+E}}{P_{t_i}^M - \frac{1}{1+E}} \quad \text{--- --- --- /10/}$$

Zakładając, że w dowolnie małym odcinku czasu $t_i + \Delta t_i$ funkcja wydajności bojowych obu stron nie zmieni wartości, więc równania różniczkowe:

$$\frac{dP^N}{dt_i} = - \frac{P^M \cdot E}{1+E} \quad \text{w /t/} \quad \text{--- --- --- /11/}$$

$$\frac{dP^M}{dt_i} = - \frac{P^M}{1+E} \quad \text{w /t/}$$

wyznaczają wielkości strat obu stron w przedziale $t_i + \Delta t_i$, a stosunek sił w momencie Δt_i wyniesie:

$$\frac{dP^N}{dP^M} = \frac{P^M_E}{P^N} ; \frac{dP^M}{dP^N} = \frac{P^N}{P^M \cdot E} \quad \text{----- /12/}$$

Ponieważ: $P^N = P^N_{t_i} - \alpha$, $P^M = P^M_{t_i} - \beta$

czyli: $P^N = P^N_{t_i} - \frac{E}{1+E}$; $P^M = P^M_{t_i} - \frac{1}{1+E}$,

zatem rozwiązanie równań /13/ doprowadza do wyniku :

$$E = \frac{\left(P^N_{t_l} \right)^2 - \left(P^N_{t_r} \right)^2}{\left(P^M_{t_l} \right)^2 - \left(P^M_{t_r} \right)^2} , \quad \text{----- /13/}$$

względnie w postaci rozwiniętej, po uwzględnieniu równań /1/ i /2/:

$$E = \frac{\left[\sum_{k=1}^n (e_k q_k)^N \right]^2 - \left\{ \sum_{k=1}^n [(1-b_k) e_k q_k]^N \right\}^2}{\left[\sum_{k=1}^m (e_k q_k)^M \right]^2 - \left\{ \sum_{k=1}^m [(1-b_k) e_k q_k]^M \right\}^2} \dots\dots /14/$$

Wzór /14/ określa wartość wskaźnika efektywności względnej rozpatrywanych układów obu stron. W zakresie walki zbrojnej dotyczy on stanów bojowych, a więc i strat bojowych, tzn. wynikłych wskutek bezpośredniego działania stron na swe środki walki /ludzi i sprzęt/. Oddziaływanie stron może również wywierać wpływ na dalsze, pozabojowe elementy materialne stanowiące o sile stron /np. przemysł, administracja, środki szkoleniowe, komunikacja itp/. W tym uogólniającym przypadku działań czynnikiem porównawczym będzie wskaźnik efektywności bezwzględnej, rozpatrywany w rodz. 4 i 5.

Z wzoru /14/ wynika szereg wniosków dotyczących zależności stanów sił i środków od wskaźników efektywności broni obu stron. Główne relacje przedstawiono na wykresie zależności przewagi w siłach i środkach jednej ze stron w początkowym okresie walki od strat strony przeciwnej w końcowym okresie /załączniki nr 13 i 13a/.

Na osi pionowej przedstawiono podziałkę wielokrotności przewagi /p/ strony N nad stroną M w okresie początkowym, na poziomej - średnie straty strony M wynikające z tej przewagi /β/ przy założonych wielkościach strat strony N /tj. = 5%, 10%, 15%, 20%, 25% i 30%/ oraz E=0,5, 1, 1,5 i 2,0.

Wykres wykonano na podstawie przekształconego wzoru /14/ i po wprowadzeniu odpowiednich wielkości z równań/9/, a mianowicie:

$$P_{t_r}^M = \sqrt{\frac{E \left(P_{t_1}^M \right)^2 - \left(P_{t_1}^N \right)^2 + \left(P_{t_r}^N \right)^2}{E}}$$

Oczywista, że uzyskanoby analogiczne wyniki /w przypadku przewagi strony M nad N/, gdyby dokonać obliczenia wg. przekształconego wzoru:

$$P_{t_r}^N = \sqrt{\left(P_{t_1}^N \right)^2 - E \left[\left(P_{t_1}^M \right)^2 - \left(P_{t_r}^M \right)^2 \right]}$$

Wykres daje odpowiedź na pytanie: jak będą kształtowały się końcowe straty strony M /obliczone w % w stosunku do stanu ich sił w chwili rozpoczęcia walki w różnych warunkach przewagi strony N i przy różnych wskaźnikach efektywności broni /sprzętu/. Np. dla E=1,5 i przy 1,5-krotnej przewadze strony N i w warunkach przyjęcia maks. strat = 10%, straty strony M wyniosą 15,3%, a przy dwukrotnej przewadze - straty te zwiększą się do 29,8%.

Z zestawienia /13a/ wynika, że w przypadku, gdy obie strony dysponują bronią /sprzętem/ o tej samej efektywności /E=1/ tempo wzrostu przewagi zależy od wartości bojowych ich sił w chwili rozpoczęcia walki i od wielkości strat jakie jedna ze stron gotowa jest ponieść dla uzyskania powodzenia. Zatem

wydawałoby się korzystniejszym starać się raczej o uzyskanie przewagi w okresie początkowym niż dążyć do zwiększenia efektywności broni $/E/$. Wniosek ten jest tylko częściowo słuszny i może dotyczyć przypadków, gdy słabsza ze stron $/w$ okresie początkowym/ będzie starała się zmniejszyć swe straty przez zastosowanie broni o wyższym wskaźniku efektywności $/E/$ niż broń przeciwnika. W każdym jednak razie posiadanie broni o wyższej efektywności $/E/$ bardziej zwiększa straty przeciwnika niż odpowiadająca tej różnicy wartość $/p/$.

Powyższe wnioski przedstawiono graficznie $/załącznik nr 14/$ obrazując zależność między limitowanymi stratami $/\alpha/$ strony N i kształtowaniem się strat strony M $/\beta/$ w różnych przypadkach przewagi $/p/$ strony N nad M i zmian wskaźnika efektywności.

3.3.4. Zmienność funkcji celu działania w zależności od czasu.

Przypominamy, że podstawowym rodzajem rozpatrywanej walki jest starcie spotkaniowe, a to głównie z uwagi na prostą formę obustronnej aktywności bojowej, proporcjonalnej do wartości bojowej sił biorących w nim udział. W świetle wniosków końcowych w rozdz. 3.3.3. można przyjąć, że przewaga sił jednej ze stron w momencie początkowym, będzie w toku walki stale wzrastała na skutek gwałtownie rosnących strat przeciwnika. Zagadnienie sprowadza się więc do określenia optymalnego czasu walki, a tym samym do ustalenia stanu sił $/lub$ strat własnych/ w momencie, gdy siły przeciwnika na skutek poważnych strat utraciły niezbędną wartość bojową dla osiągnięcia zamierzonego celu i można oczekiwać, że przeważa walkę nie widząc dalszych szans uzyskania powodzenia. $/Zakładamy, że przeciwnik nie dopuści do całkowitego zniszczenia swych sił/$. Zagadnienie to wygodniej rozpatrywać w innym sformułowaniu, a mianowicie: jaką przyjąć przewagę nad przeciwnikiem w okresie początkowym oraz jakie postulować średnie straty własne, aby uzyskać określone prawdopodobieństwo osiągnięcia celu działań $/zniszczenie$ określonego stanu jego sił/ w zamierzonym czasie.

Powyższy kompleks zależności można, naszym zdaniem,

rozpatrywać głównie przy stosowaniu teorii prawdopodobieństwa.

Punktem wyjścia analizy tego zagadnienia jest założenie, że czynniki zmienne funkcji celu można traktować jako wartości średnie /wyprowadzone statystycznie/ funkcji czasu. Funkcje /7/ przyjmą wówczas postać:

$$t = f/P^N/; \quad t = f/P^M/$$

przy $t = f/P^N, P^M, A, B/$

Jeśli przez r określimy ilość poszczególnych starć w czasie walki /bitwy/ spotkaniowej trwającej C jednostek czasu /przy założeniu, że w każdej jednostce czasu będzie miało miejsce jedno starcie/, wówczas można przyjąć, że wyrażenia /11/ są słuszne również dla każdego starcia c_i / $i=1,2,\dots,r$ /, czyli:

$$\frac{dP^N}{dP^N} = -\frac{P^N}{EP^M}; \quad \frac{dP^N}{dP^M} = -\frac{EP^M}{P^N}.$$

Zatem pochodne czasu względem zmiennych wartości sił obu stron dla dowolnego c_i będą:

$$\frac{dc_i}{dP^N} = -\frac{1+E}{P^M E} \cdot W/t/; \quad \frac{dc_i}{dP^M} = -\frac{1+E}{P^N} \cdot W/t/.$$

Z równania /13/ wynika, że wartości tej funkcji względem dowolnego przedziału czasu c_i będą:

$$\frac{dP_t^N}{dc_i} = -P_t^M \cdot \sqrt{E}; \quad \frac{dP_t^N}{dP^M} = -\frac{P_t^N}{\sqrt{E}} \cdot \dots \quad /15/$$

Stąd zmienna czasowa dowolnego starcia

$$c_i = \frac{E}{1+E} \int W/t/ dt \dots \dots \dots /16/$$

pozwoli na wyznaczenie bieżących wartości sił obu stron po dowolnym kolejnym starciu c_i :

$$P_{t_i}^M = P_{t_i}^M \cdot \operatorname{ch} c_i - \frac{P_{t_i}^N \cdot \operatorname{sh} c_i}{\sqrt{E}} \quad \text{--- --- /17/}$$

$$P_{t_i}^N = P_{t_i}^N \cdot \operatorname{ch} c_i - P_{t_i}^M \sqrt{E} \cdot \operatorname{sh} c_i \quad \text{--- --- --- /18/}$$

Równania /17/ i /18/ wskazują /z uwagi na swój charakter hiperboliczny/, że w miarę zwiększania się c_i szybciej maleje wartość bojowa strony słabszej - w danym przypadku $P_{t_i}^M$ w stosunku do $P_{t_i}^N$, a ponadto każda następna połowa sił walozących strony M będzie niszczone szybciej niż poprzednia. Po części wniosek ten potwierdza wykres zależności strat obu stron w warunkach wzrastającej przewagi strony N /zał. nr 14/.

Interpretując relacje /15/ można przyjąć, że w toku starcia c_i jednostka bojowa strony M wyprowadza z szyków

średnia $\frac{c_i \sqrt{E}}{P^N}$ jednostek strony N, i odpowiednio strona M

traci w tym starciu $\frac{c_i}{P^N \sqrt{E}}$ jednostek.

Jeśli przyjmiemy, że w każdym starciu ulega zniszczeniu jednak jednostka strony N lub M, wówczas prawdopodobieństwo zniszczenia każdej z nich w przypadkach, że strona przeciwna nie poniesie strat, można określić

dla strony N: $p(1, P^N) = 1 - \left(1 - \frac{c_i \sqrt{E}}{P^N} \right)^{P^M} \quad \text{--- --- /19/}$

dla strony M: $p(P^M, 1) = 1 - \left(1 - \frac{c_i}{P^M \sqrt{E}} \right)^{P^N}$

W związku z tym rozkład prawdopodobieństwa, że w wyniku $c_r - c_i$ walk strona N straci średnio α jednostek, a strona M - β jednostek, wyniesie:

$$p(\alpha, \beta) = \frac{(c_r - c_i)!}{\alpha! \beta!} \cdot \left[\frac{c_i \sqrt{E}}{P^N} \right]^\alpha \dots \dots \dots /20/$$

przy czym $(c_r - c_i) = (\alpha + \beta) \leq P_{t_1}^M, P_{t_1}^N$.

Uzyskane na tej drodze wyniki odpowiadają warunkom początkowym starć. W miarę zbliżania się ilości walk do ilości początkowych stanów wojsk każdej ze stron /tj. $\lim c_r - c_i = P_{t_1}^M, P_{t_1}^N$ / dochodzimy do prawdopodobieństw zniszczenia wszystkich sił jednej ze stron przy zachowaniu przez przeciwnika pełnego stanu, np. takie prawdopodobieństwo zniszczenia wszystkich sił strony M wyniesie:

$$p(P_{t_1}^M, 0) = \left(\frac{c_r}{P_{t_1}^M \sqrt{E}} \right)^{P^M}$$

W miarę stałego wzrostu $\mathcal{L}(\beta)$ odpowiednie prawdopodobieństwa $p/\alpha, P_{t_1}^M$ i $p/\beta, P_{t_1}^N$ nie będą odpowiadały wartościom wzorów /19/. Stosując zasadę rozkładu prawdopodobieństw /20/ można wyznaczyć je następująco:

$$p/\alpha/ = \frac{P^N!}{\alpha! / P^N - \alpha!} \left(1 - \frac{c_i \sqrt{E}}{P^N} \right)^{P^M / P^N - \alpha} \left[1 - \left(1 - \frac{c_i \sqrt{E}}{P^N} \right)^{P^M} \right]^\alpha$$

$$p/\beta/ = \frac{P^M!}{\beta! / P^M - \beta!} \left(1 - \frac{c_i}{P^M \sqrt{E}} \right)^{P^N / P^M - \beta} \left[1 - \left(1 - \frac{c_i}{P^M \sqrt{E}} \right)^{P^N} \right]^\beta$$

Stąd średnie straty każdej ze stron poniesione w ciągu i walk wyniosą:

$$\beta = P_i^M \cdot p/P^M, \quad 1/ \text{-----} \quad /22/$$

$$\alpha = P_i^N \cdot p/l, P^N/$$

Jak łatwo stwierdzić, wartości α i β z wzorów /22/ odpowiadają ogólnej relacji /13/, lecz tylko w przypadkach początkowego rozwoju walki, a więc przy skrajnie małych wartościach c_i . Wyniki relacji /13/ zaczną się sprawdzać w miarę wzrostu c_i .

W tym przypadku średnie straty obu stron będzie można obliczyć na podstawie równań uproszczonych:

$$\alpha = P^N \cdot \left[1 - e^{-\frac{P^N c_i}{P^M \sqrt{E}}} \right] \text{-----} \quad /23/$$

$$\beta = P^M \cdot \left[1 - e^{-\frac{P^M c_i \sqrt{E}}{P^N}} \right]$$

Równania te spełniają relację /13/ przy małych wielkościach c_i .

Równania /21/ pozwalają wyznaczyć prawdopodobieństwa, że po i walkach $/i = 1, 2, \dots, r/$ każda ze stron dysponować będzie siłami o odpowiednich wartościach P^N i P^M . W tym celu pochodną takiego prawdopodobieństwa można określić w wyniku zróżniczkowania równań /21/, a mianowicie:

$$\frac{d}{di} p/P^M, P^N, i/ = P^M \sqrt{E} \left[p(P^M, P^N + 1, i) - p(P^M, P^N, i) \right] +$$

$$+ \frac{P^N}{\sqrt{E}} \left[p(P^M + 1, P^N, i) - p(P^M, P^N, i) \right] \text{---} \quad /24/$$

Stąd:

$$\frac{d}{di} p/P^M,0,i/ = P^M \sqrt{E} \cdot p /P^M,1,i/ \text{ ----- /25/}$$

$$\frac{d}{di} p/P^N,0,i/ = -\frac{P^N}{\sqrt{E}} \cdot p /P^N,1,i/$$

Praktyczne znaczenie funkcji /25/ przedstawimy na przykładzie liczbowym dwóch układów, a mianowicie $P^M=100$, $P^N=60$ i $E=1$. Wartości funkcji /25/ w kolejnych etapach działań przedstawiono na poniższej tabelicy /po scałkowaniu ich strony prawej/:

Kolejne wartości bojowe układu P^N				$p/P^M, 0, i = \mathcal{L} /$	
	60	40	20		
Wartości bojowe układu P^M	100	$\frac{1}{160i}$	$\frac{100}{140i} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{20}$	$\frac{1000}{40e^{120i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{40}$	0,38451
	80	$\frac{60}{140i} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{20}$	$\frac{220}{e^{120i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{40}$	$\frac{2260}{120e^{100i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{60}$	0,24663
	60	$\frac{180}{40e^{120i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{40}$	$\frac{1420}{120e^{100i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{60}$	$\frac{3260}{240e^{80i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{80}$	0,15322
	40	$\frac{180}{40e^{100i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{60}$	$\frac{980}{120e^{80i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{80}$	$\frac{7180}{1200e^{60i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{100}$	0,06261
	20	$\frac{540}{160e^{80i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{80}$	$\frac{9460}{2400e^{60i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{100}$	$\frac{23820}{14400e^{40i}} \left(1 - \frac{1}{e^i}\right)^{120}$	0,02952
		0,03763	0,05636	0,02952	0,87649 0,12351

Uzyskane wartości wskazują, że układ P^M może liczyć na powodzenie z prawdopodobieństwem 0,87649, przy czym po zakończeniu walki wartość bojowa jego sił wyniesie 79,88 jednostek obliczeniowych. Prawdopodobieństwo uzyskania powodzenia przez stronę N wynosi: $1-0,87649=0,12351$, przy czym w takim przypadku wartość bojowa układu P^N po zakończeniu walki wyniosłaby 41,18 jednostek obliczeniowych. Wartości te dotyczą, rzecz oczywista, wyników średnich obliczanych dla dużej ilości działań, odbywających się w warunkach ogólnie odpowiadających relacji /13/. Przy rozpatrywaniu poszczególnych, konkretnych działań wartości te mogą ulegać nawet dość znacznym wahaniom z uwagi na oddziaływanie wielu czynników przypadkowych, które tu nie mogły być uwzględnione, bądź uogólnione.

Funkcja celu o której mowa w rozdz. 3.3.1, wyrażona relacjami /5/, /6/, /7/ zmienia swą wartość zależnie od czasu i wartości bojowej sił przeciwnika. W świetle przedstawionego powyżej zarysu metody obliczania prawdopodobieństw kształtowania się wielkości przewagi w różnych przedziałach czasowych, można stwierdzić, że szybkość zmian wartości funkcji celu zależy nie tylko od stopnia zmasowania sił w stosunku do przeciwnika lecz i od wartości stosowanych środków walki /E/. Ta ostateczna będzie z reguły decydowała o tempie wzrostu strat strony słabszej, zwłaszcza w początkowym okresie walki. Wykres /zał. nr 14 i 14a/ zależności E od \mathcal{C} wykazuje szybkość tych zmian, jeśli przyjąć, że jedno starcie wywołuje stratę jednej jednostki obliczeniowej układu P^M lub P^N . Stąd też wynika problem możliwości zrównoważenia różnicy w wartości bojowej sił przeciwnika przez wielkość E i odwrotnie - zwiększenia wartości P^M dla uzyskania niezbędnej przewagi nad ilościowo słabszym przeciwnikiem, lecz dysponującym bronią o wyższej wydajności. Problem ten jest jednym z podstawowych dla warunków współczesnego pola walki, a od strony teoretycznej możliwy do naświetlenia tylko przy zastosowaniu zasad analizy rachunku optymalizacji.

Niektóre praktyczne aspekty stosowania zasad tej analizy przedstawiono w przykładach rozpatrywanych w następnym rozdziale.

3.4. Przykłady zastosowania zasad analizy i rachunku optymalizacji.

Jako pierwszy rozpatrzmy przykład wyznaczenia efektywności określonego rodzaju techniki bojowej przewidzianej do udziału w zamierzonym działaniu.

Na wstępie wprowadzimy ogólne założenia wyjaśniające pojęcie efektywności danego rodzaju techniki czy też zespołu różnych rodzajów technik: rozumiemy przez nie liczbową charakterystykę wydajności z punktu widzenia celu dla którego dany rodzaj techniki został stworzony, a zespół techniki - zorganizowany.

Zgodnie ze sformułowaniem tego pojęcia w rozdz.3.2.i 3.3. liczbowa charakterystyka wydajności wyraża stosunek przewidywanych wyników, uzyskanych ze stosowania danego zespołu, do nakładów poniesionych przy realizacji zamierzonego celu. Stąd też analogiczne pod względem formy będą kryteria podziału na efektywność względną i bezwzględną. Pierwsza w danym przypadku dotyczy stosunku stopnia realizacji celu w określonych /bądź przewidywanych/ warunkach czasu, miejsca i roli jaką badany zespół techniki spełnia /lub powinien spełniać/ zgodnie ze swym przeznaczeniem, do ogólnych nakładów niezbędnych dla osiągnięcia danego celu w tych warunkach. Aby rozpatrywać zagadnienie niezależnie od konkretnych warunków działania, a jedynie z punktu widzenia ogólnego celu dla którego dany rodzaj czy zespół techniki został stworzony - wprowadzamy pojęcie efektywności bezwzględnej. W obu przypadkach wskaźnikiem efektywności oznaczamy efektywność jednostkową badanego elementu danego rodzaju techniki, a stąd rozróżniać będziemy wskaźniki efektywności względnej i bezwzględnej.^{20/}

Wprowadzimy następujące oznaczenia.^{21/}

20/Niektóre zasady i przykłady obliczania efektywności w dziedzinie zagadnień wojskowych, por.: G.Merill, G.Goldberg, R.H.Heilmholz: "Operations Research. Armament. Launching. Princeton 1956m. Tłum.: Issledowanije operacji. Bojowyje czasti. Pusk snariadow. Moskwa 1959; s.24,43-44, 82; oraz Ph.M.Morse, G.E.Kimball: Methods of Operations Research. London 1958, rozdz.3.

21/Wszelkie oznaczenia występujące w niniejszym rozdziale /3.4/ potraktowano niezależnie od oznaczeń występujących w innych rozdziałach.

E - efektywność bezwzględna danego zespołu techniki;
 m - ogólna ilość sztuk sprzętu w zespole tego samego rodzaju i typu /np. radiostacji, samochodów, dział itp/;
 n_t - ilość sztuk danego sprzętu działających w momencie t prawidłowo.

Stąd efektywność względna badanego sprzętu, jako funkcja czasu działania oraz warunków i zadań podstawowych, dla których został on stworzony, wyniesie

$$E /t/ = \frac{n_t}{m} \text{ - - - - - } /26/$$

Zakładamy, że wszystkie badane obiekty jednego rodzaju techniki posiadają te same parametry taktyczno-techniczne /pomijamy różne stopnie zużycia sprzętu/.

Jeśli uwzględnimy - właściwe w danym okresie działania - warunki pracy danego zespołu sprzętu, np: porę doby, temperaturę, stopień wyszkolenia obsługi /załóg/ itp., odpowiednio oznaczając je przez s_1, s_2, \dots, s_n ^{22/}, to całokształt tych warunków określimy przez

$$\begin{matrix} n \\ C \\ 1 \end{matrix} s_i = s_1, s_2, \dots, s_n, \dots, \text{ - - - - - } /27/$$

$i = 1, 2, \dots, n.$

Wprowadzając tę zależność do wzoru /25/ otrzymamy wartość efektywności względnej danego zespołu sprzętu, w stosunku do czasu i warunków działania, a mianowicie:

$$E /t/ = \frac{n_t}{m} \left[\begin{matrix} n \\ C \\ 1 \end{matrix} s_i \right] \text{ - - - - - } /28/$$

Na podstawie powyższego wyrażenia można określić stan awaryjności danego sprzętu w rozpatrywanym czasie i warunkach działania, nie można natomiast ustalić czasu prawidłowego działania poszczególnych elementów /sztek/ rozpatrywanego zespołu

22/ Wartości liczbowe powyższych warunków będą występowały w jednym z trzech następujących przypadkach: 1/ mogą być stałe względem czasu, 2/ mogą stanowić określoną funkcję czasu lub 3/ mogą występować jako zmienne losowe o znanych lub nieznanach gęstościach prawdopodobieństw.

sprzętu. Ponadto określenie $E/t/$ z wzoru /28/ wymaga przeprowadzenia szeregu prób przy udziale wszystkich elementów danego zespołu, przy tym w czasie i warunkach zgodnych z założeniem wyjściowym, co z kolei w szeregu przypadków może okazać się niemożliwe do zrealizowania, choćby nawet z uwagi na zużycie kosztownego sprzętu.

Praktycznie więc wyznaczenie efektywności względnej danego zespołu można przeprowadzić przy zastosowaniu metod matematycznych dla oceny statystycznej szeregu prób dokonywanych przy udziale niewielkiej ilości elementów wybranych przypadkowo z danego zespołu.

Rozpatrzmy pokrótce ten wypadek.

Zgodnie z poprzednim założeniem, w okresie t w danym zespole będzie n_t sztuk sprzętu działającego prawidłowo i $m-n_t$ uszkodzonego i wymagającego napraw. Wprowadzając do rozważań elementy wybrane z zespołu w sposób losowy /przypadkowy/, prawdopodobieństwo efektywności $E/t/$ określone wzorem /26/ dla każdego elementu tego zespołu wyniesie:

$$E/t/' = \frac{n_t}{m} = 1 - \frac{m-n_t}{m} \quad \text{--- --- --- --- --- /29/}$$

stąd

$$\frac{1}{m} = \frac{E/t/'}{n_t} \quad \text{--- --- --- --- --- /30/}$$

Pochodna prawdopodobieństwa $E/t/'$ względem czasu wyniesie:

$$\frac{\partial E/t/'}{\partial t} = -\frac{1}{m} \frac{\partial (m-n_t)}{\partial t} \quad \text{--- --- --- --- --- /31/}$$

lub podstawiając wyrażenie /30/:

$$\frac{\partial E/t/'}{\partial t} = -E/t/' \frac{1}{n_t} \frac{\partial (m-n_t)}{\partial t} \quad \text{--- --- --- --- --- /32/}$$

lub:

$$\frac{\partial E/t/'}{\partial E/t/} = -\frac{1}{n_t} \frac{\partial (m-n_t)}{\partial t} \quad \text{--- --- --- --- --- /33/}$$

Ostateczną postać funkcji wyznaczającej zależność prawdopodobieństwa $E/t/'$ od czasu otrzymamy po scałkowaniu obu stron, a mianowicie:

$$-\int_0^t \frac{1}{n_t} \frac{\partial /m-n_t/}{\partial t} dt$$

$$E/t/' = e$$

Wyrażenie $\frac{1}{n_t} \cdot \frac{\partial /m-n_t/}{\partial t}$ określa stosunek chwilowej prędkości występowania uszkodzeń w badanym zespole do ilości sztuk sprzętu działającego prawidłowo. Ponieważ stosunek ten zależy od czasu i zewnętrznych warunków, w jakich działa dany zespół, zatem uwzględniając wyrażenie /28/ uzyska on postać:

$$\frac{1}{n_t} \frac{\partial /m-n_t/}{\partial t} = \frac{n_t}{m} \left[\begin{matrix} n \\ C \\ 1 \end{matrix} s_i /t/, t \right] \text{ ----- /35/}$$

a wprowadzając /35/ do wyrażenia /34/ otrzymamy jego uogólnienie:

$$-\int_0^t \frac{n_t}{m} \left[\begin{matrix} n \\ C \\ 1 \end{matrix} s_i /t/, t \right] dt \text{ ----- /36/}$$

$$E(t)' = e$$

lub:

$$E/t/' = e \left\{ \frac{1}{t} \int_0^t \frac{n_t}{m} \left[\begin{matrix} n \\ C \\ 1 \end{matrix} s_i /t/, t \right] dt \right. \text{ ----- /37/}$$

Uwzględniając zależność prawidłowej pracy poszczególnych elementów badanego zespołu od czasu i warunków zewnętrznych, wyrażenie /37/ pozwala na przeprowadzanie dalszej analizy wpływu tych warunków na efektywność elementów i wyciągnięcie wniosków zarówno co do sposobu uzyskania możliwie wysokiej wartości wskaźnika efektywności badanego zespołu w danych warunkach, jak i co do możliwości uzyskania wystarczająco dokładnych ocen statystycznych z podejmowanych prób losowych.

x x x

Z kolei rozpatrzmy przykład o nieco odmiennym charakterze relacji zachodzących między wprowadzonymi kategoriami. Wskazać w nim będzie o określenie form prawidłowości zachodzącej między efektywnością zgrupowania wojsk niezbędną do prowadzenia walki i efektywnością sił i środków wymaganą do jej zabezpieczenia /operacyjnego, materiałowego, technicznego itp/.

Wprowadźmy następujące oznaczenia przyjętych kategorii:

- wartość bojowa względna^{23/} sił i środków zamierzonego zgrupowania niezbędna do przeprowadzenia walki z zamierzonym skutkiem;
- wartość bojowa względna sił i środków zamierzonego zgrupowania niezbędna do zabezpieczenia powyższej walki; przyjmujemy przy tym, że:

$$Z = \prod_{i=1}^n z_i \quad \text{przy czym} \quad \prod_{i=1}^n z_i \equiv z_1, z_2, \dots, z_n$$

gdzie z_1, z_2, \dots, z_n - oznaczają wartości bojowe względne sił i środków niezbędnych do działań w ramach poszczególnych rodzajów zabezpieczenia/; przyjmujemy ponadto, że wielkości Z i z_i uwzględniają również działania sąsiadów i przełożonego a korzyść danego zgrupowania oraz zostały określone odpowiednio do znanych /w przybliżeniu/ wartości sił i środków przeciwnika przewidywanej walce;

- całkowita wartość bojowa względna sił i środków aktualnego zgrupowania /które należy przeorganizować do nowego zadania/;
- przyrost całkowitej wartości bojowej względnej sił i środków niezbędnych do wykonania zamierzonego zadania;

^{23/} Wartość bojowa względna sił i środków zależy od konkretnych warunków położenia operacyjnego /taktycznego/, to też może przyjmować różne wielkości liczbowe. Miernik wartości względnej wyznacza się na podstawie ogólnej teorii statystyki. Jest to odrębne zagadnienie, nie związane z rozpatrywanym przykładem.

- p - średni procent W w zgrupowaniu aktualnym, stąd dla Z procent ten wyniesie $1-p$;
- q - średni procent W w zgrupowaniu przyszłym; stąd $1-q$ odpowiada Z w tym zgrupowaniu;
- k - stopa wzrostu wartości bojowej bezwzględnej przy $0 < k < 1$.

Podstawowe zależności wartości bojowych względnych określone w czasie będą następujące:

$$\text{dla } t_0: \quad W_{t_0} + Z_{t_0} = S_{t_0} \quad \text{----- /38/}$$

$$\text{dla } t_n: \quad W_{t_n} + Z_{t_n} = S_{t_0} + kR_{t_n}$$

Warunek /38/ przyjęto z pewnym przybliżeniem, gdyż dla uproszczenia rozważań uwzględniono tylko zasadniczy podział sił i środków zgrupowania.

Treść powyższych kategorii wynika z założeń abstrakcyjnych na bazie praktyki. Sformułowania te stanowią punkt wyjścia dla określenia podstawowych zależności między nimi, a mianowicie

$$W = pZ + kqR \quad \text{----- /39/}$$

$$Z = /1-p/ S + /1-k/ /1-q/ R$$

Z kolei wprowadzimy do rozważań warunek ogólny, wynikający z prawidłowości rzeczywistej dynamiki wojen okresi maszynowego, a mówiący o stałym wzroście miernika efektywności bezwzględnej sił zbrojnych obu stron w toku trwania wojny^{24/}. Wzrost ten jest wynikiem stosowania coraz lepszej techniki wojennej, zwiększania ilości sił i środków, doskonalszych metod szkolenia wojsk itp. Tempo wzrostu jest dla obu stron różne i może ulegać wahaniom w toku wojny. /Stosunek wskaźników efektywności bezwzględnej walczących stron jest jednym z ważniejszych czynników przewagi militarnej w danym okresie/.

Dla danego zgrupowania warunek ten w stosunku do czasu przyjmie postać

$$\frac{S_{t_0}}{R_{t_0}} < \frac{S_{t_n}}{R_{t_n}} \quad \text{----- /40/}$$

24/ W pewnych sytuacjach warunek ten może traktować jako jedno z założeń rozpatrywanego problemu.

Powyższe dwie podstawowe zależności tj. /39/ i /40/ pozwalają wyprowadzić następujące wnioski:

1/ z warunku /39/ wynika, że:

$$\frac{W}{Z} \leftarrow \frac{k \cdot q + p \frac{S}{R}}{|1-k| |1-q| + |1-p| \frac{S}{R}} \quad \text{--- --- --- --- --- /41/}$$

2/ na podstawie warunków /40/ można przyjąć, że przy $k_{t_0} < k_{t_n}$

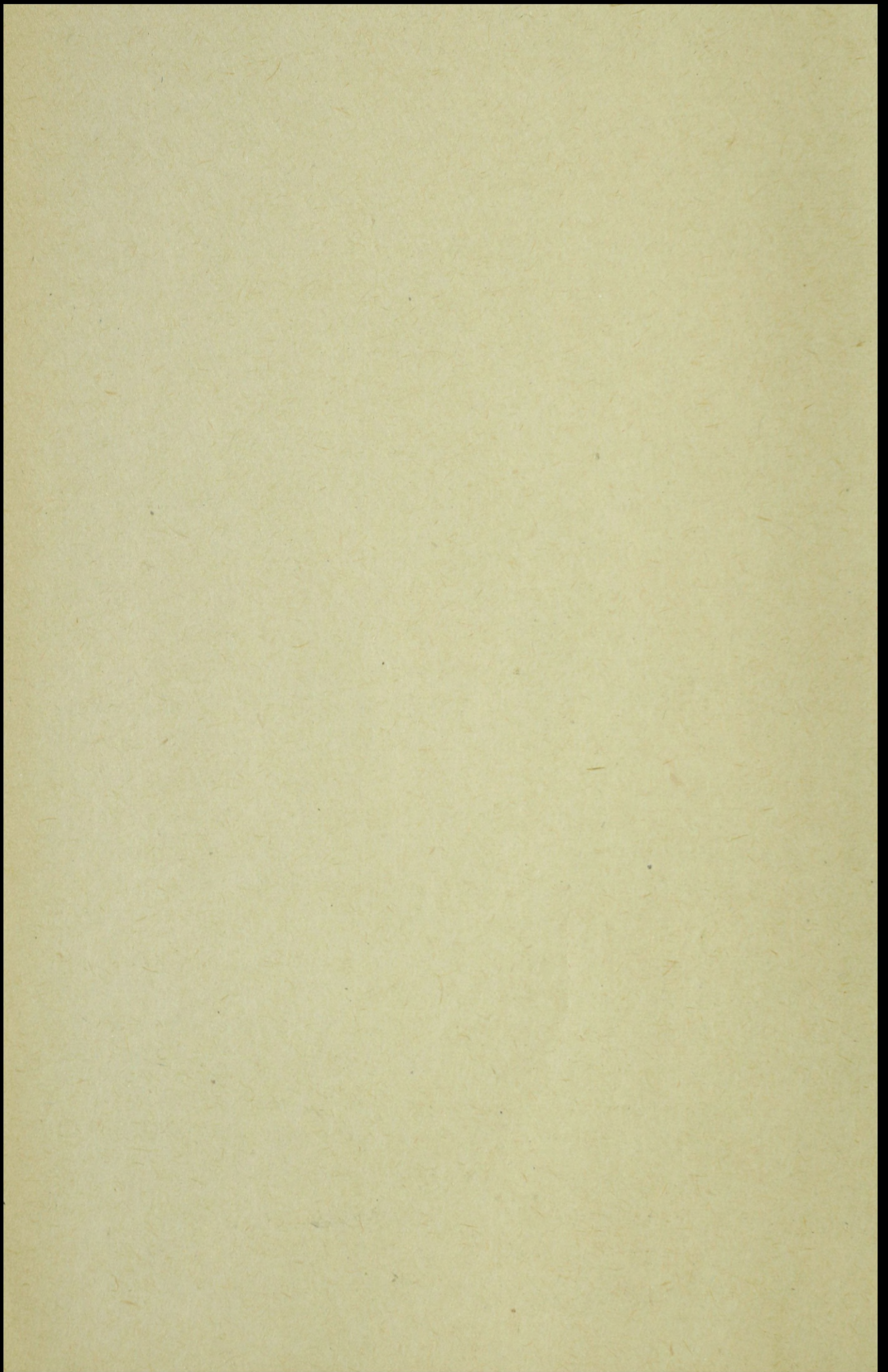
$$\frac{W_{t_0}}{Z_{t_0}} \leq \frac{W_{t_n}}{Z_{t_n}} \quad \text{--- --- --- --- --- /42/}$$

3/ w wypadku gdyby $k_{t_0} > k_{t_n}$ wówczas relacja /42/ byłaby fałszywa. A zatem może ona wystąpić tylko wtedy, gdy:

$$\frac{k_{t_0} q + p \frac{S_{t_0}}{R_{t_0}}}{|1-k_{t_0}| |1-q| + |1-p| \frac{S_{t_0}}{R_{t_0}}} < \frac{k_{t_n} q + p \frac{S_{t_n}}{R_{t_n}}}{|1-k_{t_n}| |1-q| + |1-p| \frac{S_{t_n}}{R_{t_n}}} \quad \text{--- --- --- --- --- 43}$$

ponieważ w warunkach stosunkowo długiego okresu czasu wskaźnik wartości bojowej bezwzględnej sił i środków walki wzrasta szybciej niż analogiczny wskaźnik sił i środków służących do jej zabezpieczenia.

Niewątpliwie, na wyrażeniu /42/, stosunkowo złożonym w swej treści, nie można jeszcze oprzeć tezy o strukturze tempa wzrostu wartości bojowej bezwzględnej sił i środków przeznaczonych do walki, oraz do jej zabezpieczenia w warunkach przyszłej wojny. Doświadczenie drugiej wojny światowej wykazało, że na europejskim teatrze działań wojennych występowała prawidłowość, że strona prowadząca działania zaczepne w sposób ciągły, bardziej zdecydowanie przeznaczała siły i środki do grupy W_{t_n} niż do Z_{t_n} , w stosunku do odpowiednich W_{t_0}



i Z_{t_0} , jednak w świetle ilościowych i jakościowych zmian w środkach i sposobach prowadzenia przyszłej wojny wniosek wysłany przez analogię mógłby się okazać niesłuszny.

Uzyskanie dalszych dowodów uzasadniających kierunek kształtowania się prawidłowości występujących między grupą W i Z związane jest z długim i pracochłonnym procesem badawczym. Za zrozumiałych względów nie stawialiśmy sobie takiego zadania. Chodziło jedynie o przedstawienie toku wnioskowania matematycznego na stosunkowo prostym przykładzie. Przebieg wnioskowania był następujący. Na podstawie przyjętych definicji niezbędnych kategorii i po określeniu modelu zadania /wyrażenia /38/ i /39/, uzyskaliśmy wniosek /40/, a następnie na podstawie zależności /39/ i /40/ - wnioski /41/ i /42/^{32/}.

x

x

x

Powyższe rozważania stanowią wstępny krok na drodze do uogólnienia form prawidłowości zachodzącej między efektywnością zgrupowania wojsk niezbędną do prowadzenia walki i efektywnością sił i środków wymaganą do jej zabezpieczenia /operacyjnego, materiałowego, technicznego itp/. Dalszy tok analizy rozwijanej dotychczas na założeniach podstawowych /39/ i /40/ wymaga kolejnego uściślenia przez wprowadzenie relacji /13/ wyznaczającej współzależność między wartościami bojowymi sił każdej ze stron, a stratami ponoszonymi w toku działań.

Wprowadźmy następujące oznaczenia dodatkowe:

E - wskaźnik efektywności bojowej względnej;

$P_{t_0}^M$ - wartość bojowa sił strony M w chwili rozpoczęcia walki;

32/ Niewątpliwie, do powyższych wyników można dojść również na drodze analizy logicznej, bez posługiwania się aparatem matematycznym. Nie zmienia jednak istoty rzeczy fakt, że i wówczas tok analizy miałby wiele cech wnioskowania matematycznego, choć nie stosowanoby w nim symboli matematycznych. Wydaje się jednak, w powyższym wypadku wnioskowanie matematyczne znacznie skróciło, uprościło i uściśliło proces etapu abstrakcji.

a ter!

$P_{t_n}^M$ - j /w lecz w chwili zakończenia walki;

$P_{t_0}^N, P_{t_n}^N$ - analogicznie, lecz dla strony N.

Wskaźnik E wyznacza relacja /13/.

Na podstawie założeń wstępnych określających zależności /38/ można przyjąć:

$$P_{t_n}^M = W^M + Z^M = S_{t_0}^M + k^M R^M /t/ \quad \text{--- /44/}$$

$$P_{t_n}^N = W^N + Z^N = S_{t_0}^N + k^N R^N /t/$$

Poszukujemy relacji określającej stosunek W do Z w zależności od stopy wzrostu wartości bojowej /k/ w warunkach walki, tj. przy powstawaniu zmian w stosunkach wartości bojowych sił i środków obu stron przeznaczonych do walki i jej zabezpieczenia.

Rozpatrując walkę jako szereg kolejnych starć jednostek bojowych obu stron odbywających się w pewnym stosunkowo długim okresie czasu /C/, to zgodnie z relacją /11/ - wydajność bojowa w dowolnym momencie t_i /i=1,2, n/ wyniesie:

$$\text{dla strony M: } W/t_i /^M = - \frac{dP_{t_i}^M}{dt_i} \cdot \frac{1+E}{P_{t_i}^N};$$

$$\text{dla strony N: } W/t_i /^N = - \frac{dP_{t_i}^N}{dt_i} \cdot \frac{1+E}{P_{t_i}^M \cdot E} \quad \text{--- /45/}$$

Aby być bliższym prawdy, należy każde starcie rozpatrywać nie jako moment, lecz przedział czasowy.

Wartość zmiennej czasowej c_i /jako dowolnie małego przedziału czasowego w granicach C/ wyznaczyliśmy przy pomocy relacji /16/ wychodząc z ogólnych strat poniesionych w walce w ciągu okresu dc_i tj. zgodnie z wzorem /15/:

$$\text{dla strony M: } \frac{dP_t^M}{dc_i} = - \frac{P_t^N}{\sqrt{E}} ;$$

$$\text{dla strony N: } \frac{dP_t^N}{dc_i} = - P_t^M \cdot \sqrt{E} .$$

Relacje /45/ pozwalają wyprowadzić wniosek o zależności zwiększania ilości sił /lub koncentracji sił/ od efektywności broni przeciwnika, a mianowicie w warunkach nie wielkiej przewagi efektywność jego broni można zrównoważyć koncentracją sił własnych, działając kolejno na wprowadzone do walki części jego sił /wyposażonych w lepszą broń/. Zależność /15/ świadczy ponadto o szybkości narastania strat w tych warunkach. Hiperboliczny charakter funkcji P^M i P^N /17/ i /18/ świadczy, że narastanie strat strony liczebnie słabszej będzie szybsze niż strony silniejszej.

Uzyskanie i utrzymanie powodzenia możliwe jest jednak pod warunkiem zachowania stałej przewagi poprzez uzupełnianie strat w ludziach i uzbrojeniu, a to z kolei zależy w głównej mierze od możliwości kraju w tym zakresie. Stałe działanie w celu obniżenia potencjału militarnego przeciwnika, a więc m.in. zmniejszania jego możliwości uzupełniania strat, jest jednym z podstawowych celów walki. Główną rolę spełniają siły i środki wydzielone do prowadzenia walki /W/. Siły i środki przeznaczone do zabezpieczenia walki /Z/ spełniają z jednej strony zadania wynikające z zapewnienia stałego wzrostu możliwości uzupełniania strat /np. osłona przemysłu, ośrodków administracji państwowej itp./ lub na szczeblach operacyjnych - osłona i ochrona składów, komunikacji, ośrodków szkoleniowych itp/, z drugiej natomiast - zabezpieczenie sił i środków wydzielonych do grupy W. Ogólnie rzecz biorąc układ ten przedstawiają zależności /44/.

Jeśli z dużym przybliżeniem przyjmując ponadto, że o obniżeniu potencjału zaplecza przeciwnika stanowią siły grupy W, to rozpatrując to zagadnienie w stosunku dużym przedziale czasowym /np. rok/ możliwości uzupełniania strat będą odwrotnie liniowo proporcjonalne do sił wydzielonych do zwalczania zaplecza; innymi słowy, możliwości uzupełniania strat u każdej

ze stron zależą od kształtowania się relacji:

dla strony M: $Q^M = \frac{W^M}{Z^N} ; ; \text{-----} /46/$

dla strony N: $Q^N = \frac{W^N}{Z^M}$

Wychodząc z rozważań o stanach strat w okresie dc_i , określonych zależnościami /15/ wprowadziliśmy czynnik prawdopodobieństwa przeciętnych strat ponoszonych w toku walki przez obie strony: /19/ oraz /23/.

Wartość α i β w wyrażeniach /23/ można traktować jako odpowiednie wskaźniki strat obu stron, a ich wartości bojowe P^N i P^M jako ilości obliczeniowych jednostek bojowych. Jeśli dla uproszczenia rozważań przyjmiemy wypadek szczególny, że w pewnej walce c_i efektywności sił grupy W obu stron są jednakowe^{25/}, a więc gdy $E=1$ to w najprostszej postaci zakres uzupełniania strat przez obie strony można przedstawić następująco:

dla strony N: $\frac{dP^M}{dc_i} = P^M \left[1 - \frac{\alpha/W^{N/2}}{Z^M} \right] - \beta / Z^N + Z^M /$ ----- /47/

dla strony M: $\frac{dP^N}{dc_i} = P^N \left[1 - \frac{\alpha/W^{M/2}}{Z^N} \right] - \beta / Z^M + Z^N /$

Wolno nam przyjąć, że każda ze stron dąży, aby przyjęty przez nią stosunek W/Z był optymalny nie tylko dla konkretnej walki, lecz i dla dłuższego okresu działań, kierując się zasadą, że przeciwnik również będzie stosował najkorzystniejszą dla siebie decyzję, tzn. będzie tak zmieniał stosunek W/Z , aby przy minimum strat własnych uzyskać maksymalne efekty. A zatem, stosując regułę minimum, można na podstawie wyrażenia /47/ przedstawić warunek, który każda ze stron powinna uwzględniać przy

25/Słuszniejsze byłoby wprowadzenie różnych współczynników, co jednak znacznie skomplikowałoby rachunkową stronę analizy, nie zmieniając ogólnej zasady postępowania, której zilustrowanie mamy na celu.

wyznaczaniu sił i środków do grupy W i Z. Biorąc ponadto pod uwagę zależność /44/ warunek ten przyjmie postać:

- odnośnie sił i środków grupy W:

$$\frac{dp^M}{dc_i} - \frac{dp^N}{dc_i} = p^M - p^N - \alpha \left[p^M \frac{p^N - W^N/2}{p^M - W^M} - p^N \frac{p^M - W^M/2}{p^N - W^N} \right] =$$

$$= \max M, \min N; \text{-----} /48/$$

lub:

$$\frac{dp^N}{dc_i} - \frac{dp^M}{dc_i} = p^N - p^M - \alpha \left[p^N \frac{p^M - W^M/2}{p^N - W^N} - p^M \frac{p^N - W^N/2}{p^M - W^M} \right] =$$

$$= \max N, \min M; \text{-----} /49/$$

- odnośnie sił i środków grupy Z:

$$\frac{dp^M}{dc_i} - \frac{dp^N}{dc_i} = p^M - p^N - \alpha \left[p^M \frac{p^N - Z^N/2}{Z^M} - p^N \frac{p^M - Z^M/2}{Z^N} \right] =$$

$$= \max M, \min N; \text{-----} /50/$$

lub:

$$\frac{dp^N}{dc_i} - \frac{dp^M}{dc_i} = p^N - p^M - \alpha \left[p^N \frac{p^M - Z^M/2}{Z^N} - p^M \frac{p^N - Z^N/2}{Z^M} \right] =$$

$$= \max N, \min M. \text{-----} /51/$$

Powyższe wyrażenia /48/, /49/, /50/, /51/ pozwalają wnioskować ogólnie o współzależności decyzji obu stron dotyczących szybszego wprowadzenia w życie stosunku W/Z, optymalnego dla rozwoju przewidywanych sytuacji na polu walki /bitwy/.

Innymi słowy: współzależności między decyzjami obu stron

warunkują wnioski ogólne wynikające z relacji od /48/ do /51/. Można je sformułować następująco:

a/ Stopy wzrostu wartości bojowych bezwzględnych sił i środków obu stron k^M i k^N kształtują się w toku działań w zależności od wzajemnego uprzedzania się w podejmowaniu i realizacji optymalnych decyzji zgodnie z warunkami /48/, /49/, /50/, /51/.

b/ Wzrost stopy wartości bezwzględnej jednej ze stron walczących powinien wywołać u przeciwnika przede wszystkim zwiększenie stanu sił i środków grupy Z, nawet kosztem sił i środków grupy W. Wynika to z odwrotnie proporcjonalnej zależności liniowej między wielkościami Q^M i Q^N por. /46/.

c/ Warunki /48/, /49/, /50/, /51/ dotyczą sytuacji w przedziale czasowym dc_1 . Rozwiązanie powyższych równań przez całkowanie w przedziale czasowym odpowiadającym przewidywanemu okresowi /walki, bitwy/, pozwoli wyznaczyć właściwe proporcje między siłami i środkami grup W i Z oraz określić przypuszczalne straty obu stron.

4. KOMPLEKSOWA ANALIZA EFEKTYWNOŚCI UKŁADÓW W UJĘCIU STATYCZNYM.

4.1. Wprowadzenie.

Centralnym punktem kompleksowej analizy efektywności działań wojsk /w szerokim znaczeniu/ jest problem wyboru tych czynników, spośród wielu realnie istniejących /o różnych charakterach i znaczeniu dla badanego układu/, które w sposób możliwie najbardziej pełny, równocześnie synteniczny, warunkują uzyskanie optymalnego wyniku /lub szeregu optymalnych wyników/. Wyniki te, ogólnie rzecz biorąc, mogą dotyczyć wielkości stanów ilościowych, struktury, sposobów użycia wojsk, wydatkowanej energii, materiałów, czasu itp. w określonych warunkach położenia przeciwnika i możliwych z jego strony wariantach przeciwdziałań.^{1/}

Rozważania zawarte w niniejszym rozdziale będą ograniczały się wyłącznie do problematyki efektywności układów rozpatrywanych w dowolnie krótkich okresach czasu, a więc w ujęciu statycznym. Takie ujęcie nie wynika z dążenia do wyeksponowania stanu bezruchu z ogólnego, dynamicznego rozwoju zjawisk czy procesów, lecz jest świadomym uproszczeniem analizy /czasem stosowane w praktyce dla uzyskania pewnych doraźnych informacji/ w porównaniu z ujęciem dynamicznym planowania perspektywicznego. Analiza efektywności bieżącej stanowi w danym przypadku tylko jeden z możliwych punktów wyjścia do analizy dynamicznej. /rozdział 5/, stwarza bowiem przesłanki wskazujące na opłacalne kierunki rozwoju procesów i usuwanie ograniczeń w zakresie rozwoju rozpatrywanego układu i zwiększenia jego efektywności. Takie ujęcie zagadnienia nie przeczy założeniu bardziej ogólnemu, traktującemu stany statyczne jako szczególne przypadki stanów dynamicznych.

1/ W szczególnych przypadkach "przeciwnikiem" może być tylko natura, np. teren, warunki atmosferyczne, pora doby itp.

Problemy analizy efektywności pojawiają się wówczas gdy istnieje możliwość wyboru. Zakładamy, że w dziedzinie sztuki wojennej taka możliwość zawsze istnieje /nawet niezależnie od stałych zasad i umów wynikających ze wspólnoty doktryn i zobowiązań gospodarczych w ramach koalicji/ zarówno w zakresie stanów ilościowych i struktury sił zbrojnych jak i sposobów ich użycia. Kompleksowa analiza efektywności bieżącej /statycznej/ sił zbrojnych jest z reguły ograniczona do wielkości istniejącego w gospodarce narodowej pola manewru na rzecz sił zbrojnych, czyli do uruchomienia lub przedstawiania produkcji w ramach istniejących zdolności produkcyjnych kraju i aktualnych możliwości importu sprzętu i materiałów wojennych zgodnie z przyjętym systemem unifikacji uzbrojenia, uzupełnianiem zapasów materiałów deficytowych itp. Uwzględniając praktyczne trudności związane z unieruchamianiem istniejących zakładów w czasie pokoju /lub ich zniszczeniem w czasie wojny/ nawet wysoce nierentownych /z uwagi na postulat pełnego zatrudnienia/ realne pole manewru w krótkich okresach sprowadza się do uruchamiania niewyzyskanych w pełni mocy produkcyjnych oraz - co najważniejsze - do wyboru optymalnego asortymentu w ramach istniejących możliwości surowcowych i zdolności produkcyjnych poszczególnych zakładów pracujących na rzecz wojska. Poza tym istnieje pole manewru w postaci wymiany /importu/ na rzecz wojska surowców, materiałów i sprzętu, głównie w ramach koalicji.

Dlatego podstawowym zadaniem kompleksowego systemu analizy efektywności bieżącej /statycznej/, a w szczególności praktycznie stosowanych kryteriów analitycznych w zakresie zaspokajania potrzeb sił zbrojnych jest:

- a/ stworzenie racjonalnych podstaw do budowy krótkookresowych planów utrzymania i rozbudowy sił zbrojnych;
- b/ aktywizacja produkcji na rzecz wojska na szczeblu zakładów produkcyjnych kraju;
- c/ minimizacja wymiany /importu/ na rzecz wojska w ramach ogólnego planu koordynacji produkcji państw koalicji.

Aby stosowane kryteria efektywności stwarzały konkretne podstawy do optymalizacji planów operatywnych oraz wzmagaly aktywizacje dzialania, musza uwzglednic:

- realnie istniejace potrzeby w zakresie biezacego zuzycia /podczas wojny rowniez-straty/;

- zachowanie optymalnej ilosci zapasow biezacych oraz potrzeby w tym zakresie dla utrzymania stalego wzrostu ilosciowego i jakoosciowego sil zbrojnych;

- warunki produkcji /w tym i w transporcie/ na rzecz wojska tj. nie tylko koszty krajowe lecz i moce przerobowe oraz wielkosc zasobow surowcowych;

- sytuacje w dziedzinie bilansu platniczego w ramach koalycji.

Wynika stad postulat uregulowania rachunkow efektywnosci, zejscia z nimi nieraz do szczebli operacyjnych, przy jednoczesnym zachowaniu pelnej swobody wyboru rozwiazania /uwanego jako optymalne/ na szczeblu centralnym poprzez wyposazenie organow planowania w dyrektywne/ i elastyczne instrumenty ksztaltowania wynikow tych rachunkow. Tym instrumentem w modelu optymalizacji efektywnosci statycznej sil zbrojnych jest uklad granicznych wartosci strukturalnych wojsk, bzdacych z jednej strony funkcja stawianych centralnie zadani w dziedzinie zabezpieczenia, potrzeb biezacych i zapewnienia wzrostu poteczajaku sil zbrojnych oraz z drugiej - funkcja takich czynnikow niezaleznych, jak poziom kosztow wlasnych produkcji, kosztow materiahu i sprzetu pochodzacych z importu, oraz uzupealnianie strat wynikajacych z dzialania przeciwnika.

Ta droga wycinkowe decyzje optymalizujace rozwiazania poszczegolnych jednostek planowania operacyjnego, technicznego itd. prowadza zarazem do optymalizacji ukladu calosciowego zespolu czynnikow /ilosciowych/ skladajacych sie na potencjal militarny sil zbrojnych w ujeciu statycznym.

Postulowany system analizy efektywnosci statycznej jest systemem kompleksowym. Niezaleznie od tego, ze uscila on dotychczasowe kryteria oceny zuzycia sil zbrojnych, system ten wyznacza rowniez kryteria efektywnosci pokrycia potrzeb /w ujeciu statycznym/.

Niezależnie od teoretycznego rozwiązania problemu budowy kompleksowego systemu analizy efektywności sił zbrojnych pragniemy wykazać, że zastosowanie rachunkowych metod badawczych prowadzi również do konkretnych wniosków praktycznych, bezpośrednio przydatnych do operatywnych potrzeb sterowania siłami zbrojnymi państwa socjalistycznego, a mianowicie:

a/ analityczne zastosowanie metod matematycznych /począwszy od algebry macierzowej równań liniowych oraz metod programowania liniowego/ umożliwia wyprowadzenie z układu syntetycznego - ścisłych kryteriów efektywności statycznej sił zbrojnych;

b/ kryteria te mogą być w pierwszym przybliżeniu stosowane w oparciu o obecnie istniejące tradycyjne metody rachunkowe;

c/ jeżeli chcemy dążyć do istotnego uproszczenia, a więc do zmniejszenia pracochłonności sporządzanych kalkulacji, a zarazem do uściślenia wyników - wówczas możemy zastosować zautomatyzowane metody rachunkowe, już nie analityczne, a obliczeniowo-statystyczne.

Podstawowe, ogólne kryteria efektywności statycznej sił zbrojnych wyprowadzamy /na razie/ bez posilkowania się metodami rachunkowymi /np. ekonometrycznymi/, aby uprzystępnąć ogólny zarys toku rozumowania oraz wyjaśnić sens ekonomiczno-wojenny ogólnego kryterium efektywności.

W rozpatrywanym poniżej modelu optymalizacji statycznej efektywności sił zbrojnych nie uwzględniono zmian w kształtowaniu się zużycia /strat/ jako funkcji ogólnego wysiłku sił zbrojnych, podobnie jak nie ujęto również problematyki wpływu współzależności między potrzebami własnych sił zbrojnych i możliwościami sił przeciwnika na wynik syntetycznego rachunku. Proponowane ujęcie statyczne stanowi pierwsze kompleksowe podejście do problemu, jest zarazem istotnym przybliżeniem do rzeczywistości, a stąd można je traktować tylko jako pierwszy etap tego przybliżenia. W następnej kolejności model zostanie ujęty dynamicznie w celu uzyskania kryteriów efektywności perspektywicznej /rozd.5/.

4.2. Ogólna charakterystyka statycznego modelu optymalizacji efektywności sił zbrojnych.

4.2.1. Założenia podstawowe.

Punktem wyjścia naszych rozważań nad sformułowaniem modelu jest konieczność zaspokojenia potrzeb materialnych sił zbrojnych. Potrzeby te wynikają z bieżącego zużywania się /strat/ wojsk oraz z utrzymania stałego wzrostu ich potencjału. Potrzeby te, ich rodzaje i wielkości określa się z punktu widzenia celu stojącego przed siłami zbrojnymi oraz sposobu jego osiągnięcia, zatem decyzja dotycząca wyboru celu i sposobu działań wojsk zależy od aktualnego stanu sił zbrojnych i możliwości ich zabezpieczenia /ilościowego i jakościowego/, aby globalny wskaźnik efektywności całości, bądź części wojsk wyznaczonych do wykonania określonego zadania, był wyższy od odpowiedniego wskaźnika dotyczącego wojsk przeciwnika.

Ponieważ rozpatrujemy statyczny model optymalizacji, zatem pominiemy problem rezerw i zapasów. Eliminujemy również z naszych rozważań relacje zachodzące między poszczególnymi czynnikami i zmiennymi decyzyjnymi w toku rozwoju działań wojsk, przyjmując iż w krótkich okresach wartości te nie zmieniają się.

Wprowadzone założenia oznaczają, iż zadanie postawione w niniejszym rozdziale sprowadza się do ustalenia optymalnego, w danych warunkach, stanu sił własnych i ich zabezpieczenia, aby uzyskać maksymalne wyniki w zakresie realizacji postawionego celu działań przy minimalnych stratach własnych i możliwie najniższym nakładzie wysiłku ogólnonarodowego.

Wynika stąd, że kryteria wyprowadzone z modelu mogą być stosowane wyłącznie do oceny bieżących wariantów planu działań wojsk, natomiast nie nadają się do oceny działań w ujęciu perspektywicznym, kiedy to rozpatruje się czynniki i warunki wpływające na kolejno podejmowane decyzje i wpływy każdej z nich na rozwój sytuacji. W pełni racjonalne kryteria efektywności mogą być wyprowadzone tylko z ogólnego układu zawierającego wszystkie istotne warunki działalności wojsk oraz ograniczenia spełniające określone zadania i optymalizujące postulowane efekty.

Porównywane warianty planu działań powinny spełniać warunki bilansowania wysiłku wojsk i uzyskanych efektów w postaci spadku efektywności wojsk przeciwnika, muszą realizować zadane w planie cele działań, uwzględniać ograniczoność wysiłku wojsk podstawowych, włącznie z siłami zabezpieczenia działającymi na ich korzyść oraz analogiczne możliwości i warunki przeciwdziałań przeciwnika.

Rozwiązanie optymalne rozpatrywanego poniżej modelu powinno uwzględniać następujące warunki:

1. Konieczność równoważenia bilansów wysiłków wojsk własnych na poszczególnych kierunkach działań przy wykonywaniu określonych zadań wynikających z ogólnego planu wojny /kampanii, operacji/ przewidującego dla rozpatrywanej fazy działania określony końcowy stan efektywności wojsk /np. w działaniach zaczepnych - względny wzrost efektywności sił w stosunku do przeciwnika w obronie; w działaniach odwrotowych - zamierzony spadek efektywności w stosunku do efektywności sił przeciwnika w pościgu itp/;
2. Ograniczenia co do maksymalnych stanów efektywności względnej sił każdej ze stron;
3. wytyczne przełożonego dla szczebla wykonawczego działania dotyczące ustaleń /a priori/ maksymalnych wielkości sił własnych i przeciwnika, które oddaje się do dyspozycji na okres zamierzonych działań; wytyczne te ograniczają zasięg rachunku optymalizującego wysiłek wojsk /np. w celu utrzymania odpowiednich rezerw, zapasów, odwodów itp/;
4. wskaźniki efektywności jednostek poszczególnych broni z uwzględnieniem właściwości działań na odpowiednich kierunkach;
5. współzależności w zakresie zabezpieczenia bojowego /operacyjnego/ i materiałowo-technicznego;
6. wkład pracy zaplecza w produkcję poszczególnych rodzajów broni;
7. ograniczenia wynikające z konieczności utrzymywania określonych odwodów /zapasów, rezerw/ oraz zaspakajania potrzeb organów działających na innych obszarach lub wykonujących zadania o odmiennym charakterze /np. o potrzeby sił KBW, OTK, MO i ORMO, TOPL itp./.

Kryterium optymalizacji /statycznej/ działań sił zbrojnych wyraża pożądany stosunek efektywności /w ujęciu kompleksowym/ sił własnych do przeciwnika przy minimalizacji nakładów własnych sił i pracy społecznej zaplecza oraz przy spełnieniu wszystkich warunków /ograniczeń/ determinujących zamierzone działanie.

Kompleksowe rozwiązanie problemu efektywności /statycznej/ powinno odpowiadać na pytanie, ile użyć wojsk poszczególnych rodzajów i gdzie oraz skąd je uzyskać. Odpowiedź na drugie i trzecie pytanie uzyskujemy rozwiązując problem optymalności alokacji, tj. najkorzystniejszego rozdysponowania posiadanych sił na poszczególne kierunki /obszary, zakresy/ działań wojennych w ramach zadanych możliwości i potrzeb wynikających z wielkości sił przeciwnika. Obydwa zagadnienia zostaną rozpatrzone w ogólnym statycznym modelu efektywności sił zbrojnych, który daje kryteria kompleksowe.

4.2.2. Sformułowanie modelu optymalizacji

Przystępując do syntetycznego sformułowania powyższego zadania optymalizacji nakładów wprowadzamy następujące oznaczenia pojęć podstawowych.

lp	Symbol	Treść
1	2	3
1	N, M	oznaczenia potencjałów stron walczących;
2	k	kolejny numer rodzaju uzbrojenia /sprzętu bojowego/ rozpatrywanego układu; $k^M = 1, 2, \dots, m; k^N = 1, 2, \dots, n;$
3	S_k^M, S_k^N	Wskaźnik efektywności bojowej układu k strony $M/N/$ w ujęciu bieżącym /statycznym/
4	e_k^M, e_k^N	średnie wskaźniki efektywności bojowej jednostek broni /techniki bojowej/ k każdej ze stron walczących;
5	w $v = 1, 2, \dots, w$	ogólna ilość kierunków /sposobów/ działań;
6	X_k^M, X_k^N	maksymalna ilość jednostek broni /sprzętu/ k znajdującego się w dyspozycji organu wykonawczego strony $M/N/;$
7	Y_k^{Mv}, Y_k^{Nv}	optymalna ilość jednostek broni /sprzętu k , jaka powinna być użyta do działań na kierunku v /przy zastosowaniu działania $v/;$

1	2	3
8	$\xi_{tk}^{Mv}, \xi_{tk}^{Nv}$	wskaźnik efektywności sił i środków niezbędnych do zabezpieczenia jednostki broni k strony M/N/ na kierunku v pod względem materiałowym i technicznym
9	ξ_{kj}^v	średni współczynnik obniżenia efektywności broni /sprzętu/ k w wyniku działań na korzyść jednostki broni /sprzętu/, prowadzonych w ramach współdziałania między bezpośrednio współzależnymi rodzajami broni na kierunku v; wartość współczynnika przyjmujemy ze znakiem "-":
10	h_{tk}^v	wskaźnik techniczno-ekonomiczny wyrażony przez stosunek przeciętnego czasu pracy /działalności bojowej jednostki broni k na kierunku v /np. ilość motogodzin pracy silnika itp/ do ilości pracy roboczej /liczonej w roboczo-okresach czasu przypadających na produkcję jednostki tej broni w rozpatrywanym okresie /z uwzględnieniem końcowej fazy produkcji seryjnej/x/
11	ξ_k^{Mv}	zamierzona różnica /nadwyżka/ efektywności stanów optymalnych broni k na kierunku v;
12	P_k	potrzeby w zakresie broni k do innych zadań niezależnych od W; /minimalna, limitowana rezerwa broni k/;
13	Q_k	maksymalna ilość jednostek broni k znajdująca się w rozpatrywanym okresie w dyspozycji szczebla nadrzędnego /centralnego/;
14	R_k^M, R_k^N	faktyczny stan jednostek broni k jaki przeznacza szczebel nadrzędny /centralny/ do zaplanowania działań na kierunkach W /w tym - planowane zapasy własne na okres działań/; $R_k = Q_k - P_k$

x/Wprowadzony do modelu czynnik h uwzględnia wpływ wysiłku zaplecza na kształtowanie się efektywności działań wojsk; np. w przypadku niepowodzenia straty efektywności wojsk pociągają za sobą obniżenie bieżącego potencjału sił zbrojnych i potencjału gospodarczego państwa. Problem ten należy rozpatrywać w ramach programowania dynamicznego rozwoju efektywności sił zbrojnych, stąd nie jest on przedmiotem niniejszej pracy.

1	2	3
15	E^M, E^N	wartość łącznej efektywności taktyczno-technicznej /bieżącej/ układu M /N/;
16	F^M, F^N	wartość łącznej efektywności techniczno-ekonomicznej /bieżącej/ układu M /N/;
17	U_k	współczynnik efektywności krytycznej broni /sprzętu/ k;
18	P_k	aktualny stan broni k znajdującej się w dyspozycji zaplecza;
19	r_k	przeciętny stosunek wskaźników efektywności techniczno-bojowej broni własnej k do broni przeciwnika;
20	s_k	ogólny wskaźnik efektywności jednostki broni k; $s_k = e_k + \xi_{tk} + h_{tk}$;

W celu uproszczenia modelu zadania przyjęto, że każda jednostka broni, wchodząca do zbioru k [tj.: $k^{N \times M} = k_1, k_2, \dots, n /m/$] posiada efektywność bojową równą e_k .

Zatem efektywność bojowa układu dla optymalnej ilości broni k na kierunku v dla obu stron wyniesie:

$$S_k^M = e_k^M \cdot Y_k^{Mv} ; \quad S_k^N = e_k^N \cdot Y_k^{Nv} ;$$

W przypadku zaistnienia różnych efektywności bojowych /np. z powodu stosowania broni o różnych stopniach zużycia/ tj. $e_k = e_{k_1}, e_{k_2}, \dots, e_{k_z} \dots$, odpowiednia efektywność optymalnej ilości broni k będzie:

$$S'_k = \sum_{\gamma=1}^{\gamma=m(n)} e_{k_\gamma} \cdot Y_{k_\gamma}^{M/N/v}$$

$$\gamma = 1, 2, \dots, z$$

Jako wielkości zmienne w rozpatrywanym modelu przyjęto:

$X_k^{M/N/}$ - maksymalna ilość jednostek broni /sprzętu/ k znajdująca się w rozpatrywanym okresie w dyspozycji szczebla wykonawczego; równocześnie jest to optymalna ilość broni przeznaczona przez szczebel wyższy /np. centralny/ do działań na kierunkach w;

$Y_k^{M/N/v}$ - struktura podziału posiadanej broni /sprzętu/
k na poszczególne kierunki działań.

Model optymalizacji efektywności statycznej rozpatrywanego zadania powinien spełniać szereg warunków i ograniczeń wynikających z przyjętych założeń podstawowych /rozd. 4.2.1 i 4.2.2/

W ujęciu syntetycznym sprowadzimy je do następujących.

Warunek 1.

Dążenie do minimalnego wysiłku, a tym samym do zużycowania w działaniach najbardziej niezbędnego minimum efektywności sił /broni/.

Czyli

$$\sum_{k=1}^m (e_k + \xi_{tk} + h_{tk}) X_k^M = \text{minimum} \dots /1/$$

Warunek 2.

Efektywność stanu optymalnego sił własnych powinna być większa /lub co najwyżej równa/ odpowiedniej efektywności sił przeciwnika:

$$\sum_{k=1}^m e_k^{Mv} \cdot Y_k^{Mv} - \sum_{k=1}^n e_k^{Nv} \cdot Y_k^{Nv} \geq \rho^v \dots /2/$$

oraz

$$\sum_{v=1}^w \rho^v = \max$$

Warunek 3.

Ogólny bilans efektywności bojowej działań własnych broni /m/ i przeciwnika - /n/ na kierunkach /w/ powinien być większy, a co najmniej równy efektywności bojowej broni niezbędnych do wykonania zadań na innych kierunkach /obszarach, zakresach/.

W myśl założeń wartości ξ_{kj} dla $k \neq j$ przyjmuje znak "--/", zatem:

$$\xi_{kk} = 1 \text{ oraz } \xi_{kj} \leq 0$$

Wobec tego ogólne zużycie efektywności na zabezpieczenie bojowe /operacyjne/ na korzyść innych rodzajów broni /w ramach współdziałania/ wyniesie:

$$\sum_{j=1}^m \varepsilon_{kj} X_j^M = e_k X_k^M + \sum_{\substack{y=1 \\ j=k}}^m \varepsilon_{kj} X_j^M \dots\dots\dots /3/$$

Pierwszy wyraz tej sumy stanowi ogólna efektywność bieżąca broni /k/, natomiast drugi - zużycie efektywności broni /k/ na korzyść innych broni /j ... n/, wzięta ze znakiem "-".

Zatem, uwzględniając w bilansie efektywność sił przeciwnika, warunek /3/ przyjmie postać:

$$\sum_{j=1}^m \varepsilon_{kj} X_j^M + \sum_{v=1}^w e_k^M Y_k^{Mv} - \sum_{v=1}^w e_k^M Y_k^{Nv} \geq e_k^M P_k^M$$

..... /4/

Ponadto przyjmujemy następujące ograniczenia:

$$0 \leq X_k^M \leq Q_k^M \dots\dots\dots /5/$$

$$0 \leq Y_k^{Mv} \leq R_k^M \dots\dots\dots /6/$$

Zakładamy również, że:

$$0 \leq Y_k^{Nv} \leq R_k^N \dots\dots\dots /7/$$

W wyniku rozwiązania powyższego układu warunków i ograniczeń składających się na treść modelu otrzymamy ostateczne ogólne kryterium optymalizacji:

$$\sum_{v=1}^{\omega} \sum_{k=T_{j-1}+1}^{T_j} \left\{ \left[\begin{matrix} h_{tk}^v + e_k^{Mv} \\ Y_k^{Mv} \end{matrix} \right] - \left[\begin{matrix} e_k^{Nv} \\ Y_k^{Nv} \end{matrix} \right] \right\} +$$

$$\left[\begin{matrix} h_{tk}^v + \xi_{tk}^{Mv} \\ Y_k^{Mv} \end{matrix} \right] - \left[\begin{matrix} \xi_{tk}^{Nv} \\ Y_k^{Nv} \end{matrix} \right] \Bigg\} = \max \dots \dots /8/$$

przy czym $\sum_{k=T_{j-1}+1}^{T_j}$ oznacza sumowanie po rodzajach

broni współdziałających z bronią /k/.

Sformułowanie powyżej kryterium nasuwa myśl, że w przypadku gdy rozwiązanie /optymalne/ prowadzi do zmniejszenia stanów sił własnych, niezbędnych w działaniach na kierunkach w /np. przez zwiększenie efektywności broni/, a więc do powstawania rezerw dodatkowych, wówczas oznacza to, że jest możliwe zwiększenie w pierwotnym planie stanów sił na innych kierunkach, bądź przesunięcie nadwyżek do rezerw centralnych.

Kryterium uwzględnia również minimalizowanie wysiłku społecznego zaplecza. Stąd m.in. wynika konieczność ustalania wspólnego miernika dla dwóch rodzajów efektywności, tj. ogólnie rzecz biorąc, efektywności taktyczno-technicznej i techniczno-ekonomicznej, występujących przy każdym rodzaju broni czy sprzętu bojowego. Wydaje się, że najbardziej celowe rozwiązanie prowadzi do wprowadzenia miernika w postaci liczby oderwanej powstałej w wyniku zredukowania się mian czynników składowych /np. jak przy wskaźniku h_{tk} /.

Rachunek efektywności broni /sprzętu technicznego, bojowego itp/ w rozpatrywanym modelu nie uwzględnia wskaźników organizacji i dowodzenia, a dla szczególnych przypadków - rozpoznania, stopnia ruchliwości itp. Syntetyczne i jednocześnie statyczne ujęcie efektywności broni obu stron nie wymaga bowiem wprowadzenia czynników o charakterze dynamicznym. tj.

wyznaczonych jako funkcje szeregu zmiennych w określonym przedziale czasowym. Zagadnienie to zostanie omówione w rozdziale 5.

4.2.3. Wnioski ogólne

Przedstawiona powyżej próba kompleksowego ujęcia zagadnienia optymalizacji statycznej bieżącego stanu sił własnych, ich struktury i kierunków działania w stosunku do sił przeciwnika spełnia podstawowe wymagania stawiane syntetycznemu systemowi badania efektywności i budowy racjonalnych peonów działania. Należy podkreślić, że powyższe ujęcie minimalizacji bieżących nakładów pracy społecznej zaplecza jest równoznaczne z maksymalizacją wyniku uzyskanego przy porównaniu stanów obu stron, przy danym poziomie kosztów pracy. Może to mieć szczególne znaczenie dla planowania działań w warunkach wojny rakietowo-jądrowej, gdy zniszczenie części zapasów oraz unieruchomienie produkcji wojennej przemysłu zbrojeniowego na zapleczu mogą w sposób radykalny obniżyć wydajność bieżącą oraz wprowadzić niekorzystne zmiany w zakresie wskaźników efektywności taktyczno-technicznych i techniczno-ekonomicznych /np. przez odstępstwo od produkcji seryjnej, trudności w uzyskaniu surowców pożądanej jakości itp/.

Dotychczasowe, nieliczne zresztą metody analizy efektywności poszczególnych rodzajów broni i sprzętu bojowego traktują produkcję jako działanie izolowane od problematyki walki zbrojnej, co w świetle jakościowo odmiennego charakteru przyszłej wojny może prowadzić do formułowania błędnych kryteriów efektywności i wielu nieoczekiwanych sprzeczności w planowaniu użycia wojsk.

Z drugiej strony, uwzględnienie wszystkich znanych związków zachodzących, tak w procesie produkcji broni jak i w toku planowanych działań, czyli rozważania oparte wprost na powyżej sformułowanym modelu - są dzisiaj praktycznie nie do przeprowadzenia z uwagi na nieprzezwyciężone trudności statystyczne i rachunkowe.

Zmniejszenie ilości broni /m/ drogą agregacji daje wprawdzie możliwości rozwiązania problemu całościowego, jednak wnioski uzyskane na tej drodze, jako nie odnoszące się do

poszczególnych broni, nie posiadają praktycznej przydatności w planowaniu operacyjnym. Dlatego też wydaje się, że przyjmując metodę podziału broni na grupy /zespoły/ wzajemnie współzależne uzyskamy możliwość uwzględnienia głównych, istotnych zależności zachodzących w ramach współdziałania między grupami, natomiast pomijamy związki mniej istotne, uwzględniając je tylko we wskaźnikach efektywności współdziałania. Chociaż metoda ta nie pozwala uwzględnić wszystkich związków zachodzących w siłach zbrojnych zapewnia jednak ujęcie zależności podstawowych, a tym samym stanowi istotne pogłębienie metod analizy w stosunku do stanu obecnego.

4.3. Ogólne kryterium optymalizacji statycznej.

4.3.1. Wprowadzenie.

W oparciu o ogólny model optymalizacji struktury i kierunków "obszarów, zakresów/ użycia sił zbrojnych, omówiony w poprzednim rozdziale - wyprowadzono syntetyczne kryterium efektywności statycznej /wzór /8/ 4.2.2./. Obecnie zamierzamy przedstawić skrócony i uproszczony tok wyprowadzenia tego kryterium, dający ideę możliwie pełnego matematycznego wyводу oraz interpretację uzyskanych wyników.

Analiza efektywności użycia sił zbrojnych sprowadza się w praktyce do porównania i wyboru realnie możliwego wariantu /wariantów/ rozwiązania w zależności od konkretnie istniejących warunków:

- stanu poszczególnych rodzajów broni przeciwnika i sił własnych oraz ich efektywności statycznej;
- możliwości potencjalnych zaplecza w zakresie zabezpieczenia potrzeb własnych sił zbrojnych pod względem ilościowym i przy minimalnej wartości nakładu pracy społecznej wydatkowanej na produkcję jednostki broni;
- współdziałanie między poszczególnymi rodzajami broni;
- potrzeb wojsk w zakresie zabezpieczenia materiałowego i technicznego.

Typowe pytania przed którymi stajemy w praktyce, na które powinniśmy móc odpowiedzieć w oparciu o kryteria efektywności statycznej to:

1. czy dane rozwiązanie jest optymalne, czy nie;
2. czy lepiej wybrać dane rozwiązanie, czy też inne, realnie możliwe.

W drugim przypadku możemy mieć do czynienia z szeregiem wariantów różniących się między sobą proporcjami między poszczególnymi rodzajami broni jakie można by realnie zastosować w działaniach na planowanych kierunkach /obszarach, zakresach/. Można również tworzyć warianty działań z punktu widzenia całkowitego lub częściowego zniszczenia tej broni /czy zespołu broni/ przeciwnika, którą na danym kierunku uważa się za podstawową, a od jej zniszczenia zależy osiągnięcie zamierzonego celu; względnie - potrzeb w zakresie własnej broni /czy zespołu broni/, którą najkorzystniej użyć do wykonania tego zadania; w przypadku dysponowania bardziej ograniczonymi środkami niż przeciwnik - jaką broń /zespół broni/ najkorzystniej przeznaczyć do zrealizowania celów cząstkowych lub pośrednich itp. Abstrahujemy przy tym od wariantowania z punktu widzenia sposobów działań i wpływu tych sposobów na osiągnięcie zamierzonego celu, zakładamy bowiem /w trybie roboczym/, że odpowiedni sposób użycia się wynika z ogólnej koncepcji działań, jest więc przyjęty a priori dla każdego z konkretnych przypadków planowania. W rozważaniach bardziej szczegółowych należało by oczywiście uwzględnić i ten zespół warunków.

W każdym w rozpatrywanych wariantów występuje zawsze:

- a/ różnica w łącznej efektywności statycznej aktualnie rozpatrywanych sił własnych i przeciwnika
- b/ określona suma efektywności taktyczno-technicznej i techniczno-ekonomicznej sił własnych.

Zgodnie z założeniami przyjętymi w rozdziałach 4.2.2. powyższe wielkości będą:

- pierwsza, rozpatrywana dla szczebla centralnego;

$$E^M = \sum_{j=1}^w \left\{ \left[\sum_{k=1}^m Q_k^M \left(e_k^M + \xi_{tk}^M + \dots \right) \right] - \left[\sum_{k=1}^n Q_k^N \left(e_k^N + \xi_{tk}^N + \dots \right) \right] \right\}$$

..... /9/

i analogicznie dla szczebla wykonawczego:

$$E_{W}^M = \sum_{U=1}^W \left\{ \left[\sum_{k=1}^m X_k^M \left(e_k^M + \xi_{tk}^M + \dots \right) \right] - \left[\sum_{k=1}^n X_k^N \left(e_k^N + \xi_{tk}^N + \dots \right) \right] \right\} \dots \dots \dots /10/$$

= druga, rozpatrywana dla szczebla centralnego:

$$F^M = \sum_{U=1}^W \sum_{k=1}^m R_k^M \left(e_k^M + \xi_{tk}^M + h_{tk}^M + \dots \right) \dots \dots /11/$$

a dla szczebla wykonawczego:

$$F_{W}^M = \sum_{U=1}^W \sum_{k=1}^m Y_k^M \left(e_k^M + \xi_{tk}^M + h_{tk}^M + \dots \right) \dots \dots /12/$$

Jeśli więc badany wariant ogólnego planu centralnego dotyczący użycia szeregu współzależnych rodzajów broni /z których część stanowi dla danego wariantu broń podstawową, niezbędną dla aktualnych działań, np. wojsk lądowych, a poza tym istnieją inne ważne potrzeby na niektóre lub nawet wszystkie rozpatrywane rodzaje broni, np. dla osłony powietrznej zaplecza/, to w świetle bezpośredniego zagrożenia zaplecza bronią raketowo-jądrową każdy realny wariant tego planu musi spełniać przede wszystkim warunki zaspokojenia potrzeb obrony zaplecza, jako źródło siły, a z kolei - prowadzić do zapewnienia potrzeb wojsk wynikających z celów kampanii.

Niewątpliwie, w początkowym okresie drugiej wojny światowej, teza ta nie miała jeszcze tak decydującego znaczenia dla utrzymania aktualnego potencjału państwa i jego sił

zbrojnych z uwagi na stosunkowo znikome możliwości dezorganizacji pracy państwowych ośrodków dyspozycyjnych i centrów przemysłowych znajdujących się poza zasięgiem lotnictwa bombowego dalekiego zasięgu. Wydaje się jednak, że w początkowym okresie przyszłej wojny zniszczenia te mogą decydująco wpłynąć na przebieg i wynik pierwszej kampanii.

Ażeby więc w interesującym nas zespole broni /sprzętu bojowego/ określić realne warunki planu i odpowiadające im wartości E i F trzeba posiadać następujące dane:

- a/ prawdopodobne stany sił i środków przeciwnika na każdym z kierunków /obszarów, zakresów/ i wartość tego prawdopodobieństwa;
- b/ aktualny stan własnych sił i środków;
- c/ wskaźniki efektywności poszczególnych rodzajów broni przeciwnika;
- d/ wskaźniki efektywności poszczególnych rodzajów własnej broni;
- e/ wskaźniki efektywności w zakresie zabezpieczenia materiałowo-technicznego poszczególnych rodzajów broni własnej i przeciwnika;
- f/ wskaźniki efektywności techniczno-ekonomicznej broni własnej.

Wydaje się, że po pewnym przygotowaniu teoretycznym i ustaleniu zasad obliczania efektywności broni, poszczególne instytucje centralne będą w stanie określić te dane.

4.3.2. Efektywność krytyczna

Rozwiązanie syntetycznego układu optymalizacji prowadzi do pojęcia efektywności krytycznej. W rachunku optymalizacji wartość efektywności krytycznej jest czynnikiem warunkującym wyznaczenia efektywności maksymalnej, która w określonych warunkach i z punktu widzenia wartości posiadanych środków można jeszcze uważać jako korzystną przy realizacji określonego celu. Oczywiście, że wartość ta zmienia się w czasie, lecz dla stosunkowo krótkiego okresu można ją przyjmować jako stałą.^{2/} - /załącznik nr 12/.

2/ Problem ten jest rozpatrywany bardziej szczegółowo w rozdziale 5.2.2.

Nie zamierzamy przedstawiać dowodu na istnienie wartości krytycznej. W pewnym sensie pojęcie to jest stosowane dotąd w praktyce, przy tym w dość uproszczonej postaci, jako tzw. ilości sił. Wielkość ta w pewnych warunkach spełnia rolę kalkulatora opłacalności działań, przy czym jako kryterium maksymalizacji "kosztów" zakłada się a priori pewne wielkości przewagi.

Wskazywaliśmy już, że w warunkach przyszłej wojny wyznaczenie niezbędnej ilości sił reprezentujących różną treść /choć może podobnych w formie/ będzie często stanowiło podstawę do podejmowania decyzji.

Stąd też na sumaryczną wartość efektywności krytycznej zespołu powinny składać się elementy charakterystyczne dla rozpatrywanej broni /sprzętu bojowego/ w danym okresie działań.

Wartość efektywności krytycznej danej broni określa maksymalny, opłacalny jeszcze wysiłek jaki jesteśmy w stanie ponieść, np. w celu wyprowadzenia z walki jednostki odpowiedniej broni przeciwnika. Innymi słowy: wartość efektywności krytycznej stwarza możliwość sprowadzenia do porównywalności wyników planowania i wyników "kosztowych" użycia danej broni.

Problematyka obliczania efektywności krytycznej, jako instrumentu pozwalającego utrzymać rozchód sił i środków w granicach dopuszczalnych /z wyjątkiem sytuacji szczególnie trudnych, wymuszonych działaniem przeciwnika/ stanowi odrębny dział teorii efektywności dotychczas jeszcze nie opracowany z uwagi na konieczność przeprowadzenia długich i złożonych badań, którego też z tego powodu w niniejszej rozprawie nie uwzględniono.^{3/}

Dla celów doraźnych związanych z niniejszą pracą ograniczymy się do wyprowadzenia wzoru ogólnego na wartość współczynnika efektywności krytycznej stosując skróconą interpretację; wskaźnikową.

Jak punkt wyjścia przyjmiemy stosunek dwóch wielkości, a mianowicie:

3/ Nie znane są autorowi próby uogólnienia tego pojęcia /w interpretacji matematycznej/ również i w innych naukach. Opracowania wycinkowe istnieją tylko w niektórych ekonomikach branżowych oraz w ekonomice handlu zagranicznego, przy czym w tym ostatnim występuje ono w postaci tzw. "kursu granicznego", "kursu relatywnego" itp.

- 1/ aktualnego stanu efektywności broni użytej do bezpośredniej obrony zaplecza oraz potrzeb w tym zakresie wynikających z konieczności potencjalnego wzrostu sił /np. w systemie obrony powietrznej/;
- 2/ różnicy efektywności między bronią własną i przeciwnika na kierunkach /w/, zwiększonej o stan efektywności broni zaplecza, określony stosunkiem wskaźników efektywności broni własnej do broni przeciwnika.

Zgodnie z przyjętymi oznaczeniami stosunek ten przyjmie postać:

- dla broni /k/ zaplecza znajdującej się w dyspozycji szczebla nadrzędnego /centralnego/:

$$U_k^M = \frac{s_k / P_k + P_k'}{E_k^M + s_k P_k \cdot r_k} \dots \dots \dots /13/$$

- i szczebla wykonawczego:

$$U_{w/k}^M = \frac{s_k / P_k + P_k'}{E_{w/k}^M + s_k P_k \cdot r_k} \dots \dots \dots /13a/$$

przy czym dla /13/ E_k^M obliczamy z wzoru /9/, a dla /13a/ $E_{w/k}^M$ z wzoru /10/.

Analogicznie można wyprowadzić współczynniki dla R_k^M i Y_k^M .

Przez P_k' oznaczamy aktualny stan broni /k/ zaplecza. Wyrażenia /13/ i /13a/ określają wielkości porównawcze w postaci współczynnika opłacalności krytycznej. Z pewnym przybliżeniem możemy traktować go jako ogólne współczynniki efektywności krytycznej, pozwalają bowiem oceniać maksymalne możliwości potencjału bojowego zaplecza jakimi jeszcze możemy dysponować na rzecz wzmocnienia sił działających w niekorzystnych warunkach na zamierzonych kierunkach /w/.

Oczywista, zawsze będziemy dążyli, aby mianownik wyrażenia /13/ był dodatni, tj. aby zapewniać sobie niezbędną przewagę nad przeciwnikiem, tj. przy zachowaniu kryterium optymalizacji /8/ rozdz.4.2.2./.

Jeśli oznaczymy go przez S_k , tj.:

$$S_k = s_k / P_k + P'_k / \dots \dots \dots /14/$$

$$k = 1, 2, \dots m,$$

wówczas, formalnie rzecz biorąc, w przypadku dwóch rodzajów broni /sprzętu/ jakościowo równoważnych, gdy:

$$\frac{S_1}{E_1 + s_1 P_1 \cdot r_1} < \frac{S_2}{E_2 + s_2 P_2 \cdot r_2}$$

korzystniej jest wydzielać ze stanu broni zaplecza broń pierwszego rodzaju niż drugiego- aby nie naruszać trwałości związków organizacyjnych broni drugiego rodzaju, jako bardziej wpływającego na wartość potencjału bojowego zaplecza.

Wyrażenie /13/ i /13a/ wyraźnie jednak zawodzi w dwóch przypadkach. Pierwszy z nich będzie miał miejsce wówczas, gdy wydzielenie broni z zaplecza na korzyść sił planowanych na kierunkach /w/ spowodowało by zmniejszenie sił zaplecza poniżej dopuszczalnych norm. Chodzi tu głównie o takie obniżenie potencjału bojowego zaplecza, którego nie można zlikwidować w rozpatrywanym okresie, np. jednej operacji czy kompanii. Drugi przypadek polega na tym, że pewne rodzaje broni czy sprzętu bojowego mogłyby być bardziej efektywnie wykorzystane / z uwagi na swe szczególne właściwości taktyczno-techniczne/ dla obrony zaplecza niż w działaniach bojowych wojsk na kierunkach w; np. duże maszyny do prac ziemnych posiadające mniejszą szybkość poruszania się w terenie w stosunku do przeciętnej szybkości ruchu wojsk w zamierzonych działaniach.

Dodatkowej wzmianki wymaga zagadnienie obniżania się efektywności broni w miarę jej zużywania się /niszczenia/.

Przedewszystkiem każde obliczenie efektywności broni użytej do działań musi być związane z pewnym okresem czasu. Jeżeli rozumowanie przeprowadzamy w związku z opracowywaniem planu perspektywicznego, wówczas możemy liczyć bądź na postęp techniczny, który spowoduje zwiększenie efektywności danego rodzaju broni, bądź też na zwiększenie mocy produkcyjnych /wzrost ilościowy/ względnie nawet na oba te czynniki razem.

Jeśli jednak chodzi o kalkulacje potrzeb w ramach planu krótkookresowego /operacyjnego/, wówczas możemy pominąć potrzeby zaplecza w zakresie zwiększenia jego potencjału tj. czynnik $P'_{k=m}$. Należy ponadto uwzględnić okoliczność, że ta sama broń może wykazywać wysoką efektywność w okresie planu perspektywicznego, natomiast, może być absolutnie nieopłacalna w okresie planu operacyjnego /np. z powodu zbyt małej ilości i wysokich wskaźników potrzeb w zakresie zabezpieczenia bojowego /operacyjnego/ i materiałowo-technicznego.

Przyjmujemy więc, że nie można obliczać efektywności "w ogóle" lecz trzeba ustalić jakiego okresu obliczenie ma dotyczyć.

Problem uogólnionego wzoru na efektywność krytyczną postawiamy nadal jako otwarty, wymaga on bowiem przeprowadzenia dalszych badań w oparciu o bardziej wszechstronny materiał statystyczny w porównaniu z tym jakim autor dysponował.

4.3.3. Kryterium optymalizacji układu

Zakres użycia każdej broni uwarunkowany jest jej zdolnością do obniżenia efektywności broni przeciwnika. Chodzi bowiem o to, aby dla każdego z rozpatrywanych wariantów działań różnica efektywności statycznej maksymalnych stanów sił własnych i przeciwnika, jakie mogą wziąć udział w działaniach na zamierzonych kierunkach, przeliczona współczynnikiem efektywności krańcowej /U% była większa od efektywności statycznej sił własnych użytych do danych działań przeliczonej stosunkiem wskaźników efektywności /r/.

Uwzględniając relacje /9/ i /11/ rozdz.4.3.1.i/13/ rozdz. 4.3.2./ warunek ten przyjmie postać ogólną:

$$UE > F \cdot r \quad \text{lub} \quad UE - Fr > 0 \quad \dots \dots \dots /15/$$

Wyrażenie $UE - Fr$ wyznacza nadwyżkę efektywności, a w pewnym sensie nawet "zysk" sił zbrojnych z tytułu wprowadzonych do działań wielkości optymalnych /R/. Jeśli różnica ta jest większa od zera, wówczas można uważać, że podział sił w danym wariantcie jest korzystny / $UE - Fr > 0$ /. Jest to zatem warunek konieczny przy ustaleniu stopnia opłacalności układów sił.

Kryterium opłacalności wyboru wariantu "2" w stosunku do innego realnie istniejącego wariantu "1" polega na tym, aby

różnica efektywności statycznej maksymalnych sił w/h wariantu "2" /tj. różnica efektywności wariantu "2" minus analogiczna różnica wariantu "1"/ przeliczona współczynnikiem efektywności krytycznej była większa od różnicy wkładu efektywności sił optymalnych przyjętych dla wariantu "2" i wariantu "1", czyli:

$$U/E_2 - E_1 / > r \sqrt{F_2 - F_1} / \dots \dots \dots /16/$$

lub po przekształceniu:

$$UE_2 - F_2 r > UE_1 - F_1 r \dots \dots \dots /17/$$

Jeżeli więc należy dokonać wyboru między dwoma możliwymi wariantami, wówczas kryterium wyboru musi być porównaniem wielkości nadwyżek /"żysku"/ w każdym z tych wariantów.

Oczywiście korzystniejszym wariantem będzie ten, który zapewnia większą nadwyżkę. W danym przypadku wybór padnie na wariant "2".

Kryterium $UE_2 - F_2 r > 0$ jest szczególnym przypadkiem kryterium /17/, wynika bowiem z porównania wariantu polegającego na wprowadzeniu do działań układu broni "2" z wariantem "1" zakładającym równowagę sił, czyli $E_1 = 0$. W tym przypadku prawa strona nierówności /17/ będzie ze znakiem ujemnym, co tym samym przesądza wybór wariantu "1", jako niekorzystnego.

Można zatem przyjąć /17/ jako ogólne kryterium wyboru wariantów.

Należy zauważyć, że wyrażenie $UE - Fr$ może być również ujemne dla wszystkich realnych wariantów planu, np. gdy ze względu na niedostateczne możliwości szczebla centralnego przeciwnik zawsze wykazuje przewagę w rozpatrywanym rodzaju broni lub zespole rodzajów broni. W dalszym ciągu obowiązuje tu jednak wybór wariantu, w którym ujemna liczba $UE - Fr$ jest najmniejsza co do wartości bezwzględnej.

Z kryterium widać, iż prawidłowe jego stosowanie opiera się na porównywaniu realnych wariantów. Zatem do różnicy efektywności \sqrt{E} oraz jej odpowiednika w postaci układu optymalnego \sqrt{Fr} należy włączać tylko te czynniki, które posiadają realną możliwość uzyskania nadwyżki efektywności lub które są faktycznie niezbędne i realnie możliwe do wprowadzenia do planu.

Jak już uzasadnialiśmy w założeniach wstępnych /4.1.1./ pole manewru optymalizacji struktury użycia sił zbrojnych w krótkich okresach czasu wprowadza się głównie do wyboru najlepszego zestawu rodzajów broni w ramach istniejących realnie możliwości produkcyjnych. Na szczeblach wykonawczych oraz bezpośrednich szczeblach planujących działania niewątpliwie będzie istniała możliwie pełna znajomość aktualnych stanów sił przeciwnika oraz efektywności stosowanych przez niego rodzajów broni jakie mogą wziąć udział w poszczególnych wariantach działań. Jednostki każdego rodzaju broni razem z ich dowództwami szczebla centralnego powinny posiadać wszelkie dane wyjściowe do wybrania najlepszego z możliwych realnie rozwiązań w oparciu o kryterium optymalizacji. Jest to niezmiernie istotny element aktywizacji działań na szczeblu jednostek wykonawczych i dowództw planujących działania.

Ujęcie ilorazowe /w formie dotychczas stosowanego stosunku sił/ nie daje możliwości znalezienia najlepszego rozwiązania, zwłaszcza w tych wszystkich przypadkach, gdy mamy do czynienia z określonymi limitami efektywności różnych rodzajów broni składających się na rozpatrywany zespół, gdy działanie tego zespołu może być nastawione alternatywnie z punktu widzenia jak najlepszego wykorzystania jednego rodzaju broni, przyjętego jako główny, w danym zespole, względnie - szeregu różnych rodzajów broni.

Kierując się maksymalizacją oszczędności wysiłku zainteresowanych jednostki mają pełną możliwość wyboru rozwiązania optymalnego, natomiast organ centralny - ustalający wartość wskaźników efektywności krytycznej dla każdego kierunku działań /w szczególnym przypadku - ogólnego współczynnika efektywności krytycznej/ - określa dyrektywnie, a zarazem elastycznie, podstawowych parametrów kryteriów, wynikających z obliczeń całościowych.

4.3.4. Kryteria efektywności a planowanie.

Badania w zakresie efektywności użycia sił zbrojnych spełniają swój cel, jeśli na podstawie ich wyników można ustalić przesłanki potrzebne do prowadzenia racjonalnej polityki rozwoju sił zbrojnych. Polityka ta, mówiąc najogólniej jest

wynikiem stałych badań nad potencjałem militarnym przeciwnika oraz - określenia praktycznych możliwości utrzymania potencjału własnych sił na poziomie optymalnie wyższym w stosunku do przeciwnika /głównie w zakresie stanu ogólnego i struktury sił zbrojnych w krótkich i długich okresach czasu/. Wyrazem tej polityki jest plan. Dlatego zasadniczym probierzem użyteczności przeprowadzanych badań efektywności jest możliwość wykorzystania ich wyników przy ustalaniu planu rozwoju sił zbrojnych. Innymi słowy, kryteria efektywności rozwoju sił zbrojnych powinny dawać możliwość ustalenia pomiaru efektywności w taki sposób, aby zaplanowane na ich podstawie: stan, struktura oraz formy i sposoby działań były możliwie najkorzystniejsze.

W sformułowaniu tym zawarte są dwa zasadnicze warunki dotyczące kryteriów efektywności.

1. Kryterium ogólne oraz wynikające z niego kryteria szczegółowe muszą być zgodne z najbardziej ogólnymi celami i zadaniami jakie stoją przed siłami zbrojnymi oraz wskazywać najkorzystniejszy sposób realizacji danych celów.

2. Musi istnieć możliwość ustalania, w oparciu o przyjęte kryteria, szeregu zależności w taki sposób, aby mogły one służyć do ilościowego pomiaru efektywności.

Na tym właśnie, naszym zdaniem, polega problem rachunku efektywności. Rachunek taki musi być zgodny z przyjętymi kryteriami, wewnętrznie niesprzeczny i możliwy do przeprowadzenia w praktyce. Do tego jest niezbędne ustalenie odpowiednich danych statystycznych, jak również możliwość sprawnego wyznaczenia /obliczania/ poszukiwanych wielkości.

Zagadnienia efektywności rozwoju sił zbrojnych muszą być rozpatrywane w dwóch aspektach, a mianowicie: planowania krótkookresowego /problematyka bieżąca/ i planowania perspektywicznego. Zarówno teoretyczny sposób ujęcia zagadnienia jak i rozwiązania praktyczne muszą być w obu przypadkach różne.

W dotychczasowych rozważaniach zostały sformułowane podstawy teoretyczne rachunku efektywności dla programowania krótkookresowego i przedstawione w statycznym modelu optymalizacji struktury sił zbrojnych i kierunków ich działania. W modelu tym ogólnym kryterium efektywności jest minimalizacja wysiłku społecznego przy realizacji optymalnych celów ogólnych

/w postaci ilościowej/ określonych jako potrzeby końcowe wynikające z planu utrzymania i rozbudowy sił zbrojnych. Zastosowanie matematycznych metod pozwoli, naszym zdaniem, nie tylko na rozwiązanie ogólnego problemu efektywności statycznej sił zbrojnych, ale również na przeprowadzenie dezegregacji na zespoły wojsk i poszczególne ich rodzaje /broni, służb itp/, co jak się wydaje, zapewni możliwość dokonywania bezpośrednich praktycznych obliczeń dla potrzeb ustalania planu optymalnego.

W celu wyjaśnienia metod oraz omówienia pewnych ogólnych zagadnień związanych z praktycznym stosowaniem rachunku optymalizacji posłużymy się stosunkowo prostym przykładem ustalenia optymalnego planu /strukturalnego/ wprowadzenia na uzbrojenie wojska nowego typu uzbrojenia.

Zakładamy, że wszelką broń "sprzęt bojowy, techniczny itp/ można podzielić na grupy w których poszczególne jej rodzaje /typy/ pozostają ze sobą w ścisłym związku, zarówno z punktu widzenia charakteru wykonywanych zadań, właściwości taktyczno-technicznych jak i ze względów organizacyjnych.^{4/} Metody opracowane w modelu ogólnym pozwalają na wyznaczanie najlepszych rozwiązań /optymalnego planu/ dla każdej grupy oddzielnie w taki sposób, że rozwiązanie to będzie również rozwiązaniem najlepszym z punktu widzenia całego planu. Oznacza to, że procedura postępowania przy poszczególnych rozwiązaniach jest zbieżna. Znając najlepsze rozwiązania dla grup /zespołów/ broni współzależnych^{5/} w istniejących warunkach, optymalizujemy jednocześnie cały plan. Przez rozwiązanie najlepsze rozumiemy, zgodnie z ogólnym kryterium /8/ 4.2.2. takie, które daje najniższą w danych warunkach wielkość wysiłku /por. warunek 1, zależność /1/ rozdz.4.2.2/, oraz największą różnicę efektywności na korzyść sił własnych /por. warunek 2, zależność /2/ i /4/ przy danej minimalnej sumie efektywności krytycznej broni własnej.

4/ W danym przypadku świadomie pominiemy czynniki współzależności organizacyjnej oraz ich wpływ na efektywność broni. Problem efektywności organizacji nie jest rozpatrywany w pracy, wymaga bowiem dodatkowych badań szczegółowych.

5/ Formalnie rzecz biorąc jest obojętne z ilu rodzajów /typów/ broni składa się grupy, może być również jeden.

Rozpatrywany przykład oparto na następujących założeniach /ograniczeniach/:

1. Wprowadzane uzbrojenie jest bronią raketową "ziemia-powietrze" /Z-P/ służąca do bezpośredniej osłony wszystkich rodzajów wojsk i służb "w ramach zadań taktycznych/ przed atakami samolotów i pocisków raketowych typu powietrze-ziemia /p-Z/. Rakiety ZP wszystkich typów zwalczają cele powietrzne przez ich przechwycenie w locie na różnych wysokościach, przy różnych prędkościach i zasięgach /zależnie od typu broni/.

2. Rozróżnia się 7 typów broni raketowej /Z-P/, przy czym każdy z nich posiada odmienne cechy wynikające ze specyfiki rodzaju wojsk /służb/ dla którego został przeznaczony; zróżnicowanie typów wynika: z odmiennych konstrukcji wyrzutni /przystosowane do ruchu wojsk lądowych i stacjonarne dla sił morskich/ i rodzajów ciągu /samochodowego i gąsienicowego, odmiennych systemów naprowadzania na cel, różnych zasięgów działania, różnych wielokrotności sprzężeń itp.

3. Dokonany uprzednio optymalny podział odpowiednich typów rakiet do poszczególnych rodzajów wojsk przedstawiono na rys. zał. nr 10. Powyższy wariant przydziału wykonano pod kątem przewidywanych potrzeb jakie mogą powstać podczas pierwszej operacji w początkowym okresie wojny. Każdy z przyjętych rodzajów wojsk powinien dysponować jednym typem broni Z-P.

4. Ze względu na ograniczone możliwości produkcji własnej pewną część broni dla sił lotniczych i morskich należy importować, natomiast nadwyżkę produkcji broni dla sił lądowych - eksportować /w ramach ogólnego planu współpracy państw Układu Warszawskiego/.

5. Wszystkie typy broni przeszły tylko próby poligonowe, zatem do obliczeń wprowadza się tylko ich teoretyczny wskaźnik efektywności $/s_k/$.

6. W celu uproszczenia modelu pominięto potrzeby osłony obszaru terytorium kraju.

7. Ogólny schemat typowych możliwości współdziałania wojsk w ramach osłony powietrznej przy użyciu odpowiednich typów rakiet /rys. zał. nr 10/ przyjęto jako wariant optymalny^{6/}

6/ Opracowanie metody optymalizacji wariantów współdziałania w osłonie powietrznej pominięto, gdyż stanowi to oddzielny problem przy czym rozwiązania należy szukać w dziedzinie badań operacyjnych.

Dla uproszczenia modelu zadania pominięto współdziałanie między tymi samymi typami broni raketowej znajdującymi się w każdym z przyjętych rodzajów wojsk /służb/.

8. Zgodnie z istniejącą strukturą sił zbrojnych rozpatrywane typy broni zorganizowane są następująco:

a/ jako jednostki samodzielne OND działające w formie wsparcia na korzyść szeregu rodzajów wojsk /służb/;

b/ jako oddziały organiczne związków taktycznych i operacyjnych ogólnowojskowych oraz jednostek specjalnych rodzajów wojsk i służb.

9. Wielkości znane:

Q_k - aktualny stan wyprodukowanych jednostek broni typu /k/

W_k^I - stan importu jednostek broni /k/;

W_k^E - stan eksportu jednostek broni /k/;

N . p/n/ - średnia przewidywana ilość celów powietrznych przeciwnika atakujących poszczególne rodzaje wojsk;

s_k - teoretyczny wskaźnik efektywności broni typu /k/;

$m = 7$ - ilość typów broni /k/;

ξ_{tk} - wskaźnik efektywności w zakresie zabezpieczenia materiałowo-technicznego jednostki broni typu /k/;

ξ_{kj} - współczynnik efektywności broni /k/ w zakresie zabezpieczenia bojowego na korzyść jednostki broni typu /k/;

h_{tk} - wskaźnik techniczno-ekonomiczny jednostki broni /k/.

10. Wielkości niewiadome.

X_j - maksymalna ilość jednostek broni typu /j/ znajdującej się w dyspozycji szczebla wykonawczego;

Wyniki działań poszczególnych typów rozpatrywanej broni raketowej są uwarunkowane nie tylko odpowiednimi właściwościami taktyczno-technicznymi i możliwościami współdziałania w ramach broni tego samego typu, lecz zależą również od stopnia współzależności i powiązań między różnymi typami tej broni w przyjętym systemie osłony. Na rys. /zał.10/ wskazano strzałkami przyjęte /a priori/ kierunki działania na korzyść innych rodzajów wojsk. Stopień tej współzależności, wyrażony przez współczynnik efektywności ξ_{kj} , może być wyznaczany w oparciu o prawdopodobieństwo występowania takich działań

wspólnych przy różnych częstotliwościach pojawiania się celów powietrznych przeciwnika. Podstawę wyliczeń powinny stanowić informacje uzyskane z możliwie dużej ilości ćwiczeń, gier wojennych itp⁷/.

Dla celów związanych z niniejszą pracą ogólny wzór na współczynnik efektywności działań współzależnych broni rakietowej typu Z-P wyprowadzono przy rozpatrywaniu przykładu wyznaczenia efektywności zapory przeciw środkom napadu powietrznego przeciwnika /rozd.6/.

W tak określonych warunkach i przy występowaniu szeregu współzależnych parametrów /wskaźniki efektywności, współczynniki efektywności działań współzależnych, stany ilościowe broni, stany importu i eksportu broni, przewidywane ilości celów powietrznych przeciwnika/ nasuwa się wiele rozwiązań dopuszczalnych z których jedne są bardziej inne mniej korzystne. Problem wyboru sprowadza się do wyznaczenia najlepszej kombinacji z pośród przyjętych a priori, tj. takiej, która przy minimalizacji wysiłku /a w szczególnych przypadkach - minimalizacji czasu/ pozwoli na uzyskanie maksymalnego wyniku. W rozpatrywanym przykładzie chodzi o to, aby przy zaangażowaniu określonej ilości broni każdego typu, osiągnąć maksymalną ilość przechwyceń celów powietrznych przeciwnika. Innymi słowy: kompleksowe rozwiązanie problemu efektywności powinno /w danym przypadku/ dać odpowiedź na pytanie: jak zorganizować osłonę wojsk posiadanymi środkami przed maksymalną ilością środków napadu przeciwnika, a w szczególności:

- ile jednostek poszczególnych typów rakiet przeznaczyć do danych rodzajów wojsk, aby nie przekroczyć istniejących możliwości produkcyjnych zaplecza oraz zapewnić maksymalną efektywność współdziałania między poszczególnymi typami rakiet w myśl przyjętych założeń.

Ponieważ omawiany przykład dotyczy tylko jednego kierunku

7/ Obecnie byłoby trudno uzyskać właściwe informacje w tym zakresie, ponieważ zasady współczesnej statystyki wojskowej nie zostały jeszcze opracowane i dostosowane do potrzeb wynikających z rozwiązywania zadań operacyjnych. Zapoczątkowaniem prac w tym kierunku zajął się Zespół Statystyki Wojskowej przy **Szt. Gen.**

działania /bezpośrednia osłona wojsk z powietrza w zasięgu taktycznym/, zatem rozwiązanie problemu sprowadza się do optymalizacji struktury.

W myśl rozważań przeprowadzonych w rozdz. 4.2.3. ogólny model optymalizacji struktury winien spełniać następujące warunki.

1. Warunek zgodności wysiłku bojowego z aktualnym stanem ilościowym broni wyznaczmy na podstawie wyrażen /3/ i /4/ rozdz. 4.2.2. lecz sprowadzonych tylko do jednego kierunku działania, z uwzględnieniem ogólnego wskaźnika efektywności broni s_k w odniesieniu do stanu produkcji Q /zamiast stanu rezerwy P/.

Otrzymamy więc:

$$s_k X_k + \sum_{j=1}^m \varepsilon_{kj} e_j X_j \leq s_k (Q_k - W_k^E + W_k^I) \quad \dots\dots /18/$$

2. Warunek uzyskania maksymalnej ilości przechwyceń celów powietrznych przyjmie postać:

$$\sum_{k=1}^m s_k Y_k^M + \varepsilon_{kj} e_j Y_j^M \geq N \quad p/n/ \max \quad \dots\dots /19/$$

3. Warunek zrealizowania funkcji celu działania /minimalizacja wysiłku/:

$$\sum_{k=1}^m Y_k^M (e_k + h_{tk} + \xi_{tk}) = \text{minimum } m \dots\dots\dots /20/$$

4. Warunki efektywności krytycznej wyznaczamy wychodząc z relacji /13/ 4.3.2. dla współczynników efektywności krytycznej każdego typu broni, przy teoretycznym wskaźniku efektywności broni i dla jednego kierunku.

W związku z tym relacja /9/ 4.3.1. przyjmie postać:

$$E^X = \sum_{k=1}^m Q_k^M (e_k^M + \xi_{tk}^M) - \sum_{k=1}^n Q_k^N (e_k^N + \xi_{tk}^N) \quad \dots /21/$$

zakładając, że dla rozpatrywanych warunków

$$\sum_{k=1}^n Q_k^N (e_k^N + \xi_{tk}^N) \cong N_{p/n} \dots\dots\dots /22/$$

Zatem, na podstawie relacji /13/ i /14/ 4.3.2. otrzymamy:

$$U_k = \frac{S_k}{E_k^x + s_k P_k r_k}, \dots \dots \dots /23/$$

warunek efektywności krytycznej:

$$U_k \left(Q_k - W_k^E + W_k^I \right)^M \geq s_k X_k^M \geq Np/n/ \dots /24/$$

Relacje /18/, /19/, /20/ i /24/ stanowią podstawę dla zbudowania modelu zadania sformułowanego w niniejszym rozdziale. Model ten, w postaci układu równań /nierówności/, przedstawiono w aneksie /zał. nr 11/.

Rozwiązanie modelu stanowi odrębne zagadnienie, którego nie zamierzamy rozwijać z uwagi na to, że najważniejsza metoda rachunkowa, tj. metoda programowania liniowego jest już na ogół dostatecznie poznanym narzędziem matematycznym^{8/}.

4.3.5. Wnioski końcowe

Stosowanie metod rachunku efektywności do celów optymalizacji planów operatywnych wymaga spełnienia szeregu warunków zarówno organizacyjnych jak i metodologiczno-rachunkowych. Pomijając zagadnienia organizacyjne, tj. na jakim szczeblu i w jakim zakresie należy rachunki takie prowadzić i jakie są na ten cel niezbędne środki, do najbardziej istotnych spraw należą: zebranie prawidłowych danych statystycznych oraz ustalenie parametrów wyjściowych.

Z praktycznego punktu widzenia problemy dotyczące optymalizacji stanu i struktury sił zbrojnych oraz kierunków

8/ Literatura w tym zakresie jest bardzo obszerna. Do najważniejszych pozycji można zaliczyć: Ja P.Gerczuk: Problemy optymalnego planowania, Moskwa 1961; Jarosław Gawr: Liniejnoje Programmirowania, Moskwa 1969; S.Vajda: Readings in Linear Programming, London 1958; S.Gass: Linear Programming, - Methods and Applications, New York 1958.

/sposobów/ ich użycia można podzielić na dwie zasadnicze grupy. Do pierwszej zaliczamy te, w których występuje niewielka ilość obiektów stanowiących przedmioty rachunku efektywności oraz stosunkowo proste współzależności między nimi. Dla tej grupy problemów można wyprowadzić właściwe kryteria w postaci omówionych wyżej wskaźników. Obliczając odpowiednie wskaźniki dla określonych rodzajów uzbrojenia /wyposażenia bojowego/ wojsk własnych i przeciwnika uzyskujemy mierniki ich efektywności względnej. Wyprowadzone wnioski, uwzględniające przypuszczalne decyzje przeciwnika, pozwolą opracować szereg wariantów planu, a po poddaniu ich analizie optymalizacji - ułatwi się wybór najlepszego wariantu w danych warunkach.

Zagadnienia związane ze sposobem obliczania różnych wskaźników efektywności /zarówno - prostych dla wszelkich rodzajów uzbrojenia i sprzętu technicznego, jak i złożonych - dla zespołów broni/ nie zostały jeszcze opracowane w takim zakresie, aby powyższe metody rachunku efektywności można było stosować powszechnie. Brak również wielu niezbędnych uogólnień teoretycznych^{9/}. Kilka przykładów z tej dziedziny przytoczono w rozdziale 6, zdając sobie sprawę, że stanowią one tylko ilustrację problemu, a nie jego rozwiązania.

Ważnym zagadnieniem na które chcemy zwrócić szczególną uwagę jest poprawne stosowanie wskaźników. Wskaźniki te mogą odgrywać rolę prawidłowych mierników efektywności tylko w odniesieniu do ściśle określonych przedmiotów badań i w określonych warunkach. Ponadto można je niekiedy stosować jako pewne przybliżone mierniki efektywności nie dające wprawdzie wyników zupełnie ścisłych, ale ze względów praktycznych nadające się do wykorzystania. Istnieją wreszcie sytuacje, kiedy wskaźniki te przestają być miernikami efektywności i stosowanie ich będzie prowadziło do strat.

9/ W pewnym sensie lukę tę powoli wypełniają wyniki teorii niezawodności /ros.: "teoria nadzieźności"/Publikacje prac z tej dziedziny są na ogół nieliczne i dotyczą na ogół problemów wąskich, cząstkowych.
W szeregu przypadkach można wykorzystywać również niektóre metody badań operacyjnych.

Ogólnie można powiedzieć, że zakres stosowania omawianych wskaźników w stosunku do wielkości, która powinna być objęta rachunkiem, tj. wielkości stanów uzbrojenia, sprzętu, wojsk itp. jest stosunkowo niewielki. Powyższe stwierdzenie wydaje się dość oczywiste. Rozpatrywane wskaźniki, traktowane najczęściej jako stosunek dwóch wielkości, mogą być wykorzystywane do pomiaru efektywności tylko we względnie prostych i nieskomplikowanych sytuacjach. Natomiast w warunkach pojawiania się różnorodnych i wielostronnych zależności, zwłaszcza w przypadkach radykalnie i gwałtownie zmieniających się sytuacji, co można uznać za zjawisko typowe w sztuce wojennej, wskaźników takich nie można jeszcze stosować.

Takie układy /zespoły uzbrojenia, sprzętu technicznego, wojsk itp/, które należy rozpatrywać tylko w ścisłej współzależności z innego rodzaju układami zaliczamy do drugiej z wymienionych grup. Aby ustalić stopień optymalizacji ich zastosowania musimy używać bardziej skomplikowanej metody rachunkowej. Poprawność takich rachunków będzie zależała od ścisłości danych statystycznych i poprawnego wyliczenia parametrów.

Jednym z ważniejszych i jednocześnie bardziej złożonych zagadnień rachunku efektywności jest ustalenie wielkości współczynników efektywności działań współzależnych, tj. współczynników określających ilość energii /wysiłku/ jednego rodzaju broni zużywanych dla zabezpieczenia bojowego, względnie w ramach współdziałania, dla wykonania wspólnego zadania na korzyść jednostki innej broni /macierz E_{kj} /. Zależnie od właściwości współdziałających broni i charakteru zadań ustalenie tej macierzy jest mniej lub bardziej skomplikowane. W przypadkach trudniejszych przy ustalaniu takiej macierzy niezbędny jest współdziałanie matematyki /w celu wyprowadzenia pewnych współzależności metodami teorii gier strategicznych/.

Podobnie przedstawia się zagadnienie określania stanów ilościowych poszczególnych rodzajów uzbrojenia, sprzętu, zespołów wojsk itp., własnych sił zbrojnych i przewidywać co do kształtowania się analogicznych wielkości po stronie przeciwnika.

Oddzielnym zagadnieniem jest obliczanie współczynnika /wskaźnika/ efektywności krytycznej tj. wyznaczającego maksymalnie opłacalny wysiłek, jaki jesteśmy jeszcze w stanie

ponieść, aby wyprowadzić z walki jednostkę odpowiedniej broni przeciwnika. Stopień trudności będzie tu bardzo różny zależnie od grupy badanych rodzajów wojsk. Wydaje się, że w miarę rozwoju metod rachunku efektywności w zastosowaniu do sztuki wojennej i rozszerzenia zakresu informacji statystycznych przy obliczaniu poszczególnych wskaźników cząstkowych, będzie można stosować metody obliczeń przybliżonych, ale wystarczająco dokładnych. Zagadnienie to tym bardziej zasługuje na szczególną uwagę ponieważ parametr ten, naszym zdaniem, powinien być stały, jeśli nie dla wszystkich rodzajów uzbrojenia /sprzętu bojowego/ to przynajmniej dla podstawowych grup /rodzajów/ wojsk. Wielkość U określa bowiem rozwiązanie optymalne. Jest wielkością krytyczną w tym sensie, że odejście od niej oznacza rezygnację z rozwiązania optymalnego, a więc powoduje pogorszenie wyników. Oczywiście, nie musi ona oznaczać zawsze strat bezwzględnych. Wielkość U powinna być obliczana na podstawie danych układu ogólnego. Jak już wspomniano w rozdz. 4.3.2. metody statystyczne wyznaczania wielkości U są oddzielnym zagadnieniem, którego nie da się omówić w ramach niniejszej pracy.

Ogólnie rzecz biorąc zamierzamy wykazać, że zastosowanie nowoczesnych metod statystycznych powinno wpłynąć na znaczne uproszczenie tych zagadnień. Jednakże metody te mogą być zastosowane dopiero po przeprowadzeniu szeregu badań w zakresie współzależności grup /zespołów/, kiedy statystyczny charakter parametrów będzie znany, względnie w jakim zakresie określone parametry można uważać za zmienne losowe.

Obok trudności natury statystycznej rozstrzygnięcia wymaga jeszcze zagadnienie numeryczne, tj. zagadnienie rozwiązania układu równań /wyliczenie wielkości niewiadomych/. Rozwiązanie układu równań liniowych o dużej ilości niewiadomych /np. według typu przedstawnionego w niniejszym rozdziale/ wahających się w granicach od kilku, kilkudziesięciu, a często więcej, nie zawsze da się uzyskać przy pomocy urządzeń analogowych. Dla większej ilości zmiennych trzeba stosować maszyny matematyczne /cyfrowe/. Ze względu na to, że program dla maszyny będzie często identyczny, obliczenia układów równań mogą być - bez większych trudności /tj. bez zmiany programu/ stale i

szybko aktualizowane w miarę zmieniających się warunków /np. nasilenia przeciwdziałań ogniowych przeciwnika, warunków terenowych, pogody itp/.

Wydaje się, że rachunek efektywności, w jego najogólniejszym ujęciu, umożliwi głębsze wniknięcie w charakter powiązań i zależności między poszczególnymi rodzajami broni, wykrywając w ten sposób "wąskie gardła", jakie mogą wystąpić w toku realizacji planów.

5. SYSTEM ANALIZY EFEKTYWNOŚCI W UJECIU DYNAMICZNYM

5.1. Założenia wstępne

W poprzednim rozdziale wysunęliśmy tezę, że układy statyczne przedmiotów czy zjawisk można traktować jako przypadki szczególne /"zdegenerowane"/^{1/} układów ogólniejszych tj. dynamicznych. Podstawowym czynnikiem ustalającym stopień współzależności między podmiotami obu pojęć jest czas. Z tego punktu widzenia układy statyczne stanowią określony zbiór funkcjonalny przedmiotów czy zjawisk istniejących tylko w danym momencie czasu, a decyzje podejmowane w oparciu o nie wyznaczają, w pewnym sensie, wypadkową tego zbioru, skuteczną tylko dla danego momentu.

Układ dynamiczny występuje wówczas, gdy zmiany czynników, składających się na rozpatrywany zbiór i współzależności między nimi, rejestrowane są w sposób ciągły w każdym /dowolnym/ przedziale czasowym, a kolejne decyzje wynikające z tych zmian i wyznaczające wartości zmiennych w różnych momentach czasu są funkcjonalnie powiązane. Stąd pod pojęciem programowania dynamicznego rozumiemy przedsięwzięcia podejmowane w oparciu o ciąg przyczynowo-skutkowy kolejnych i współzależnych decyzji^{2/}. Przedmiotem programowania dynamicznego są zatem procesy wieloetapowe w których decyzje, podejmowane na każdym z kolejnych etapów, wpływają na przebieg następnych. Praktycznie, przedmiotem badań programowania dynamicznego są metody podejmowania decyzji wieloetapowych.

Powyższa definicja układów dynamicznych zakłada, że "w każdym /dowolnym/ przedziale czasowym" zmienne /decyzyjne/ muszą występować w rozpatrywanym zagadnieniu w swej istotnej roli i określonym znaczeniu. Jeśli np. w ramach badanego problemu podstawowego /wyznaczenie stanu organicznych środków transportu bojowego/ występuje prędkość, /jako pierwsza pochodna drogi względem czasu/, wówczas aspekt dynamiki tego układu /środków transportu/ względem określonego czasu kalendarzowego,

1/ Por. Paul A. Samuelson: Zasady analizy ekonomicznej.
Wyd. PWN Warszawa 1959 s. 298-301.

2/ Por.: Richard Bellman: Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton 1957.

stanowiącego czynnik istotny dla badanego problemu, jest bez znaczenia. Zmienną tę można bowiem określać w dowolnych przedziałach czasowych przyjętych a priori, w zasadzie niezależnie od okresu dotyczącego planu użycia środków transportowych.^{3/}

Zbiór czynników i współzależności rozpatrywanych dynamicznie może być ograniczony /w układzie zamkniętym/ lub nieskończony /w układzie otwartym/, przy czym w obu wypadkach przebieg procesu zachowania się tych czynników zależy od warunków początkowych i okresu czasu, który upłynie.

W niniejszej pracy będą rozpatrywane wyłącznie układy zamknięte, tj. posiadające ograniczoną ilość czynników.

W każdym przypadku zmiany zachodzące we wszelkich układach determinuje określony zbiór przyczyn, jednakże ściśle wyznaczenie wszystkich wielkości tego zbioru nie jest możliwe. Zakładamy, że nawet w odniesieniu do układów zamkniętych nie można sformułować przyczyny na tyle ściśle, aby na tej podstawie uogólniać wszelkie przypadki zachodzących zmian w układzie. Jako podstawę zmian układu w czasie przyjmujemy jednakże zbiór przyczyn, a więc każdy układ dynamiczny uważać będziemy jako układ przyczynowy, bez względu na charakter przyczyny: czasowy /w sensie najogólniejszym/, historyczny lub stochastyczny /statystyczny/^{4/}.

W związku z powyższym dla celów związanych z niniejszą pracą przyjmujemy następujące ograniczenia:

1. W układzie przyczynowym wszelkie zmiany w czasie determinuje sytuacja początkowa;

3/ W takim ujęciu każdą zmienną można wyrazić jako pochodną całki tej zmiennej.

4/ Stochastyczny - w/g J. Bernoulli'ego /"Ars coniectandi" - 1713 r./ "posiadający charakter prawdopodobieństwa" lub "przewidywanie możliwości". Termin ten używany jest dla oznaczenia związków, które obok składnika istotnego, koniecznego, zawierają składniki przypadkowe. Ponieważ składnik istotny uwidacznia się tylko przy masowym powtarzaniu zjawisk, czyli w warunkach "statystycznych", używa się również "statystyczny".

2. zmiany jednej wielkości /parametru/ danego układu "wywołują zmiany w /całym/ układzie, lub zachowaniu się układu w czasie"^{5/};
3. układy: historyczny i stochastyczny /statystyczny/ stanowią odmianę szczególną układu przyczynowego.

W świetle powyższych założeń wstępnych /choć z pominięciem ich interpretacji matematycznej/^{6/} oraz w oparciu o rozważania zawarte w rozdziałach 3 i 4 przystąpimy do rozpatrzenia /w ujęciu syntetycznym/ podstawowych form rachunku efektywności dynamicznej.

5.2. Niektóre problemy syntezy rachunku efektywności dynamicznej.

5.2.1. Charakterystyka problemów.

Jak stwierdziliśmy w rozdziale 4 podstawowym celem rachunku efektywności /statycznej i dynamicznej/ jest wyznaczenie wielkości optymalnych maksymizujących, w warunkach danego układu, stały wzrost potencjału sił zbrojnych jako całości oraz każdej z jego grup współzależnych, przy minimalizacji sił i środków materialnych oraz innych form wyajku społecznego. Chodzi tu przede wszystkim o wzrost czynników składających się na określoną, najbardziej niezbędną wielkość sił i środków materiałowych, przewyższającą w każdym /dowolnym/ okresie czasu odpowiednią sumę sił i środków przeciwnika.

Z powyższego ujęcia wynikają dwie podstawowe grupy zamierzeń występujących w procesie badawczym teorii efektywności:

1. wyznaczanie optymalnych wielkości sił i środków w przewidywanych warunkach ich tworzenia oraz sytuacji przeciwnika /np. wielkości produkcji, systemy organizacji, stany rezerw, nasłanianie szkolenia itp/;

2. racjonalne dysponowanie faktycznie uzyskanymi środkami w oparciu o możliwie obiektywne i ścisłe metody postępowania.

5/ P.Samuelson: Zasady analizy ekonomicznej, wyd. cyt., s.302.

6/ W tym zakresie odsyłamy do wspomnianych już prac: P.Samuelsona, rozdz.XI: Niektóre podstawy teorii dynamicznej oraz R.Bellmana: Dynamic Programming - głównie rozdziały I i II.

Pierwsza grupa zamierzeń jest przedmiotem rozpatrywanego rachunku efektywności, druga natomiast, jakkolwiek metodologicznie zbieżna, stanowi zakres badań operacyjnych.

W niniejszych rozważaniach ograniczymy się więc do rozpatrzenia ważniejszych problemów pierwszej grupy przedsięwzięć.

Drogą osiągnięcia wzrostu potencjału sił zbrojnych jest przede wszystkim proces wprowadzenia na wyposażenie wojsk środków technicznych w ilościach optymalnie przewyższających stan efektywności przeciwośrodków przeciwnika, dokonując to w możliwie jaknajkrótszych okresach czasu. Program wprowadzenia tych środków determinuje tempo rozwoju techniki własnej i przeciwnika. Wydaje się jednak, że praktycznie rzecz biorąc, nawet okresy nowowacji techniki /niezależnie od uzupełnień bieżących/ zależą od stopnia obniżania się wskaźnika efektywności bojowej /w sensie bezwzględny/ własnej techniki do wartości przyjętej jako krytyczna. Z powyższego wynika, że w świetle ogólnego celu jakim jest dążenie do stałego wzrostu wydajności bojowej wojska, decydujące dla określenia wzrostu tej wydajności są pewne ogólne zależności między tempem wprowadzenia tej techniki do wojsk, a możliwościami jej opanowania i powszechnego przyswojenia /nawet w ramach koalicji/. Zależności te kształtują się inaczej w armiach państw o niskim poziomie uprzemysłowienia i znacznych zasobach ludzkich o niskiej kulturze technicznej /i niskiej wydajności pracy/ niż w armiach państw wysoko uprzemysłowionych.

W każdym jednak przypadku muszą decydować wymagania wynikające z zależności ogólnogospodarczych i doktrynalnych państwa /koalicji/. Wymogom tym trzeba podporządkować inne - dotyczące zarówno struktury sił zbrojnych jak i poszczególnych jego rodzajów i grup. Występują tu bardzo poważne trudności związane z ustaleniem sposobu podporządkowania części interesom całości, tj. podporządkowanie wymogów stawianych poszczególnym grupom /zespołom/ wymogom wynikającym z całego procesu wzrostu sił zbrojnych. Wydaje się, że z faktu niezwyklego skomplikowania i zróżnicowania ogólnego procesu zmian wartości potencjału sił zbrojnych trzeba wyciągnąć wnioski o niemożliwości uzyskania ścisłej odpowiedzi na pytanie:

jak będzie kształtowało się połączenie w jednym rodzaju sił zbrojnych /grupie bądź nawet zespole/ określonych nakładów przeznaczonych na ich wzrost /ilościowy i jakościowy/, kosztów eksploatacji sprzętu i szkolenia wojsk oraz wskaźników efektywności uzyskiwanych w toku działań / w okresie pokojowym i w okresie wojny/? Można się spodziewać tylko przybliżonych odpowiedzi opartych na poważnym uproszczeniu rzeczywistego procesu rozwoju sił zbrojnych. Nie pomniejsza to znaczenia tych uproszczonych odpowiedzi. Wydaje się, że lepsza jest odpowiedź przybliżona, oparta na zbliżonym do rzeczywistości rozumowaniu schematycznym, niż brak wszelkiej odpowiedzi lub odpowiedź często subiektywna.

Z uwagi na obiektywną konieczność zawężenia rozważań do problemów podstawowych, rozpatrzemy bardziej szczegółowo:

- czas, jako czynnik warunkujący względną optymalność planów wzrostu efektywności układów zamkniętych /w ujęciu dynamicznym/;
- podstawowe warunki kształtowania się form syntetycznego wskaźnika efektywności dynamicznej;
- próbę rozwinięcia powyższego wskaźnika efektywności do uogólnionej formy wzoru efektywności rozwoju układów zamkniętych.

W części końcowej rozdziału postaramy się naświetlić niektóre aspekty uboczne, wynikające z powyższych problemów a mianowicie:

- efektywność rozwoju układów według etapów;
- efektywność modernizacji układów;
- programowanie optymalnego wzrostu pewnych układów zamkniętych.

5.2.2. Czas jako czynnik warunkujący zmienność efektywności układów

W myśl definicji układu dynamicznego /5.1./ warunkującej m.in. funkcjonalne powiązanie kolejnych decyzji podejmowanych w wyniku zmian zachodzących w rozpatrywanym układzie przyczynowym, nasuwa się konieczność wprowadzenia takiej kategorii, która uwzględniła by "strukturę czasową" badanego procesu.

Wydaje się, że w tym celu najważniejsze jest zastosowanie kategorii procentu na jednostkę czasu. Aby przyjęta jednostka czasu spełniała właściwą rolę czynnika porównawczego dla rozpatrywanych wielkości, zawartych w decyzjach podejmowanych na szczeblu centralnym, powinna być wielkością stałą bez względu na zasięg planowania perspektywicznego. Z drugiej strony - z punktu widzenia celów analizy efektywności prowadzonej na szczeblach wykonawczych, wybór jednostki czasu powinien wynikać ze specyficznych właściwości taktyczno-technicznych i technologicznych każdego rodzaju techniki bojowej. W pierwszym przypadku chodzi bowiem o kompleksowe ujęcie problematyki planowania długo-okresowego, w drugim natomiast, najczęściej, o decyzje pośrednie dotyczące praktycznej realizacji planowanego procesu rozwoju.

Z uwagi na problemowy charakter rozważań nie zamierzamy przesądzać w tym miejscu jakie mierniki czasu należy przyjmować jako najważniejsze dla wprowadzenia do rachunku efektywności na każdym z obu podstawowych działów tj. planowania i realizacji /np. rok, miesiąc 100 godzin pracy silnika, itp/.

Kategoria procentu na jednostkę czasu odgrywa ponadto istotną rolę przy wyznaczaniu bieżących wskaźników i współczynników efektywności użytkowej, krytycznej i krańcowej rozpatrywanego układu.

Stopień zużycia sprzętu bojowego zależy nie tylko od jego właściwości taktyczno-technicznych i technologicznych lecz i od warunków w jakich jest stosowany /w zasadzie zgodnie ze swym zasadniczym przeznaczeniem/. W okresie międzywojennym czas użytkowania sprzętu jest zwykle dłuższy niż podczas wojny, a więc przebieg funkcji zmian jego efektywności wskazuje, że minimalne i maksymalne wartości wskaźnika efektywności krytycznej odpowiadają różnym czasom granicznym.

Zawsze będzie chodziło o to, aby obszar efektywności użytkowej /tzn. zawarty w granicach czasu od wyprodukowania sprzętu i wprowadzenia go do wojsk aż do momentu w którym wskaźnik efektywności osiągnie maksymalną wartość krytyczną /e'/ był większy od obszaru efektywności krytycznej. Zakładamy również, że przedłużenie czasu użytkowania sprzętu, a tym samym ogólnej wartości efektywności użytkowej, uzyskuje się

np. przez stosowanie remontów kapitalnych /głównych/. W ten sposób ogólna efektywność użytkowa sprzętu będzie wyrażona sumą efektywności użytkowych uzyskanych po każdym remoncie.

W interpretacji matematycznej /w oparciu o wykres - /rys. zał. nr 12 i 15/ powyższe tezy można sformułować następująco.

Wprowadzimy oznaczenia uzupełniające:

$e_{\text{teor}} = f / g / \text{teor}$ - funkcja zmienności teoretycznego wskaźnika efektywności;

$e'_0 = f / s / o, t_1$ - funkcja wskaźnika efektywności użytkowej w okresie od wyprodukowania sprzętu /0/ aż do momentu osiągnięcia pierwszej efektywności krytycznej / t_1 /;

$e'_1 = f / s / o_1, t_2$ - j/w, lecz po pierwszym remoncie, tj. w okresie od o_1 do t_2 /do czasu drugiej efektywności krytycznej/;

$e'_i = f / s / o_i, t_i$ - j/w, lecz po i - tym remoncie, tj. w okresie od o_i do t_i ;

$e'_u = f / s / u, t_u$ - j/w, lecz po ostatnim /u - tym/ remoncie, tj. w okresie od o_u do t_u ;

u, y - ogólne średnie ilości remontów techniki własnej /u/ i przeciwnika /y/;

$e''_0 = f / s / t_1, c_1$ - funkcja wskaźnika efektywności krytycznej /w okresie od maksym. wartości krytycznej / t_1 / do minimalnej / c_1 /;

$e''_1 = f / s / t_2, c_2$ - j/w, lecz po pierwszym remoncie;

$e''_i = f / s / t_i, c_i$ - j/w, lecz po i-tym remoncie;

$e''_u = f / s / t_u, c_u$ - j/w, lecz po u-tym remoncie;

$e'''_0 = f / s / c_1, d$ - funkcja wskaźnika efektywności krańcowej przed pierwszym remontem;

$e'''_i = f / s / c_i, d$ - j/w lecz po i-tym remoncie;

E' - wartość efektywności użytkowej;

E'' - wartość efektywności krytycznej;

E''' - wartość efektywności krańcowej;

- $E_{teor} = E' + E'' + E'''$ - wartość efektywności teoretycznej;
 $E = E' + E''$ - wartość efektywności praktycznej;
 z - średni czas trwania każdego remontu;
 $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n$ - czasy graniczne stanowiące o konieczności przeprowadzenia kolejnych remontów;
 $C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n$ - czasy osiągnięcia efektywności krańcowej /stanowiącej o nieużyteczności sprzętu/.

Wskutek naturalnego zużycia sprzętu zmieniają się /z reguły - obniżają/ podstawowe jego parametry w stosunku do ich wartości pierwotnych. Stąd też krzywa zmienności teoretycznych wskaźników efektywności $e_{teor} = f/g_{teor}$ zmierza do zera tym dłużej im więcej przeprowadza się remontów^{1/}.

Warunek utrzymywania wyższej efektywności użytkowej w stosunku do krytycznej /rys. zał. nr 15/ przyjmie postać relacji:

a/w sytuacji początkowej:

$$E'_0 = \int_0^{t_1} f/s_0 dt - \int_0^{t_1} e'_0 dt > \int_{t_1}^{C_1} f/s_0 dt - \int_{t_1}^{C_1} e''_0 dt = E''_0 \quad /1/$$

b/ po zakończeniu i - tego remontu:

$$E'_i = \int_{0_i}^{t_i} f/s_i dt - \int_{0_i}^{t_i} e'_i dt > \int_{t_i}^{C_i} f/s_i dt - \int_{t_i}^{C_i} e''_i dt = E''_i \quad /2/$$

po zakończeniu ostatniego /u-tego/opłacalnego remontu - analogicznie, lecz przy oznacznikach $i = u$.

A zatem efektywność praktyczna układu jako suma efektywności użytkowych po u - remontach powinna być większa od sumy odpowiednich efektywności krytycznych, czyli

1/ Gdyby nie przeprowadzać remontów, to $f/g_{teor} = f/s_0$

$$\sum_0^u E' = \int_0^{t_1} f/s/0 dt - \int_0^{t_1} e'_0 dt + \dots + \int_{0_i}^{t_i} f/s/i dt -$$

$$\int_{0_i}^{t_i} e'_i dt + \dots + \int_{0_u}^{t_u} f/s/n dt - \int_{0_u}^{t_u} e'_n dt > \int_{t_1}^{C_1} f/s/0 dt -$$

$$\int_{t_1}^{C_1} e''_0 dt + \dots + \int_{t_i}^{C_i} f/s/i dt - \int_{t_i}^{C_i} e''_i dt + \dots +$$

$$+ \int_{t_u}^{C_u} f/s/n dt - \int_{t_u}^{C_u} e''_n dt = \sum_0^u E'' \dots \dots \dots /3/$$

Wprowadzamy następujące oznaczenia dalszych pojęć podstawowych:

lp	Symbol	Treść
1	2	3
1	α	wydajność sił strony M /obniżenie efektywności sił przeciwnika/ w ciągu jednostki czasu;
2	β	wydajność sił strony N /obniżenie efektywności sił własnych /w ciągu jednostki czasu;
3	A	ogólne straty strony N;
4	B	ogólne straty-strony M;
5	C	czas /maks./ uzyskania przez wskaźnik efektywności krańcowej wartości minimalnej;
6	T	czas graniczny
7	F	czasowy czynnik porównawczy /mierzący w %/;
8	u	ilość aktów nakładów w celu zwiększenia efektywności układu M; $i = 1, 2, \dots, u$;
9	v	j/w lecz układu Nr; $j = 1, 2, \dots, v$;
10	t_1, t_j	moment w którym następuje zmiana wartości efektywności układu M, N;
11	d	ogólne potrzeby w zakresie zabezpieczenia działań układu /zespołu/ pod względem materiałowo-technicznym i techn.-ekon. w okresie C;
12	D	j/w, lecz na jednostkę czasu;
13	Q_k^M	ogólna ilość broni k rozpatrywanego układu strony M; $k = 1, 2, \dots, m$;
14	γ_k	przeciętny wskaźnik efektywności zabezpieczenia działań broni /sprzętu/ k pod względem pozabojowym; $\gamma = f / \{ \xi_{tk}, h_{tk}, g_{tk} /$;
15	ξ_{tk}	wskaźnik efektywności sił i środków zabezpieczenia jednostki broni /sprzętu/ k pod względem materiałowym i technicznym
16	h_{tk}	wskaźnik techniczno-ekonomiczny jednostki broni /sprzętu/ k;
17	g_{tk}	wskaźnik tempa wzrostu efektywności broni /sprzętu/ k założony w ogólnym planie rozwoju tej broni;
18	L	nakłady efektywności na pokrycie strat oraz potrzeby wynikające z planu rozwoju;
19	E	globalny wskaźnik efektywności układu;
20	Z_c	całkowity wzrost nakładów efektywności na pokrycie strat w okresie od 0 do C;
21	$l_{ti/k}$	nakład na pokrycie strat efektywności broni k w dowolnym momencie t_i ;

1	2	3
22	τ	przeciętny czas wprowadzania jednostki nakładów na wzrost efektywności broni /sprzętu/;
23	b	współczynnik strat efektywności układu spowodowanych brakiem nadwyżek efektywności stanowiącej o jej wzroście;
24	π	przeciętne potrzeby sił zbrojnych w zakresie ogólnych nakładów efektywności na jednostkę czasu /w okresie C/;
25	δ	straty efektywności wywołane przez "zamrożenie" odwodów /rezerw/;
26	s_k	ogólny wskaźnik efektywności jednostki broni k; $s_k = e_k + \xi_{tk} + h_{tk}$;
27	λ	procentowy wzrost efektywności na jednostkę czasu układów nowotworzonych dla utrzymania planowanej, niezbędnej przewagi nad przeciwnikiem;
28	Π	ogólna wartość nakładów efektywności sił zbrojnych w końcowym momencie danej jednostki czasu t_i ;
29	A_C	ogólna wydajność strony M w ciągu okresu C;
30	B_C	ogólna wydajność strony M w ciągu okresu C;
31	a_k	wskaźnik efektywności zabezpieczenia bojowego i pozabojowego na korzyść jednostki k;
32	S_C	ogólna suma strat /efektywności/ układu w okresie C;
33	ψ $\psi(\%k\lambda(\%))$	wzrost łącznych strat efektywności na jednostkę czasu poniesionych przez nowe układy stworzone w czasie C w stosunku do łącznych strat efektywności układów stworzonych przed okresem C;
34	ϕ	suma strat efektywności nowych układów stworzonych w jednostce czasu;
35	μ	współczynnik przekształcający wielkości zmienne strat na wielkości stałe;
36	η	współczynnik przekształcający wielkości zmienne strat na wielkości stałe;
37	u	ilość stadiów tworzenia układu; $k = 1, 2, \dots, u$;
38	c_{zk}	średni czas zamrożenia nakładu efektywności w k-tym stadium tworzenia planowanego układu;
39	ξ	współczynnik obniżki potrzeb /strat/ na jednostkę czasu wynikającej z coraz wydajniejszego wykorzystania techniki.

W rozważaniach zasadniczych chodzi nam o porównanie układów dwóch walczących stron /sił własnych /M/ i przeciwnika /N/. W najprostszym schematycznym ujęciu, gdy przyjmujemy, że w tym samym czasie /traktowanym jako początkowy tj. 0/ oba układy posiadają te same wydajności na jednostkę czasu tj. $\alpha = \beta$, a okres /C/ jest dla układów jednakowy lub bardzo zbliżony /przeciętne C/, wówczas będą one różniły się sumami efektywności użytkowych /E'/ i krytycznych /E''/7/. Przyjmijmy, że czas graniczny tj. okres po którym następuje podwyższenie efektywności układu w wyniku wprowadzenia dodatkowych nakładów /np. uzupełnienie sił, remont, modernizacja itp.:

$$\text{oraz } \sum_0^u /E'/^M < \sum_0^y /E'/^N > T^M > T^N \quad /4/$$

$$\text{i } \sum_0^u /E''/^M > \sum_0^y /E''/^N$$

Aby uwzględnić strukturę czasową wprowadzimy wspomniane na wstępie /5.2.2/ czynnik porównawczy /p/ określający procentową współzależność minimalnego czasu granicznego /T/ mieszczącego się w przedziale od 0 do $t_i /t_j/$ $i = 1, 2, \dots, u$; $j = 1, 2, \dots, y$ w stosunku do maksymalnego czasu /C/ - w przedziale od 0 do $C_u /C_y/$, a mianowicie:

$$p = \frac{1}{T} - \frac{1}{C} = \frac{C - T}{CT} \quad , \dots \quad /5/$$

W świetle relacji /3/ 5.2.2. należy uznać jako silniejszą tę ze stron, dla której zostanie spełniony warunek:

$$\sum_1^m \sum_0^u Q_k^M \left[(E')^M + (E'')^M \right] > \sum_1^n \sum_0^y Q_k^N \left[(E')^N + (E'')^N \right] \dots \dots /6/$$

7/ Z uwagi na różne parametry taktyczno-techniczne i odmienne właściwości wynikające z procesów technologicznych produkcji i konserwacji sprzętu.

Q_k^M i Q_k^N - jak w zestawieniu oznaczeń 4.2.2.: maksymalna ilość jednostek broni k / $k = 1, 2, \dots, m$ / dla strony M i $k = 1, 2, \dots, n$ dla strony N / znajdująca się w dyspozycji szczebla planującego ich użycie/ oraz z uwagi na strukturę czasową obu układów - kryterium

$$\frac{1}{p^M} > \frac{1}{p^N} \quad 8/ \dots \dots \dots /7/$$

/przy założeniu, że $T^M > T^N$ /

A zatem w przypadku przyjętych założeń /4/ i uwzględnieniu warunków /6/ i /7/ można uważać za silniejszą tę ze stron walczących, która uzyska wyższy wynik nierówności

$$\sum_1^n \frac{1}{p^N} \sum_0^y \left[(E')^N - (E')^M \right] \neq \sum_1^m \frac{1}{p^M} \sum_0^u Q_k^M \left[(E'')^M - (E'')^N \right]$$

Wprowadzenie wielkości czasu granicznego jest m.in. wyrazem faktu, że często nie wiemy dokładnie, jak będą kształtowały się wydajności broni /sprzętu/ w poszczególnych okresach czasu. Dążymy jednak, aby broń /sprzęt/ bardziej złożona i wymagająca bardziej wyspecjalizowanej obsługi nie powodowała w sumie względnego obniżania ogólnej efektywności danego układu. Trudności ustalenia czasu granicznego mogą polegać w praktyce również na tym, że nie zostały jeszcze podjęte obliczenia zależności $E = f /s/$ dla wielu rodzajów broni /sprzętu/ w oparciu o jednolity system metod statystycznych /w ramach koalicji/. Wydaje się, że można i należy, naszym zdaniem, wysunąć postulat, aby ta wielkość /przynajmniej do planów perspektywicznych/ została obliczona uwzględniając narazie siły zbrojne państw bardziej technicznie rozwiniętych

8/ Zgodnie z relacją /5/: w miarę wzrostu T maleje E'' , a więc przy $T = C$ $E'' = 0$. Gdy T maleje p rośnie /i odwrotnie/, zatem przy $p = 0$ $E'' = \max$.

- Np.:
- $T = 1, C = 20 \quad p = 95\%$
 - $T = 5, C = 20 \quad p = 15\%$
 - $T = 7, C = 20 \quad p = 9,3\%$
 - $T = 10, C = 20 \quad p = 5\%$
 - $T = 20, C = 20 \quad p = 0\%$

5.2.3. Podstawowa forma uogólnionego wzoru efektywności dynamicznej

Wprowadzone do rozważań pojęcie czasu granicznego zastosujemy z kolei do porównywania efektywności różnych wariantów planu rozwoju układów zamkniętych /np. rodzajów wojsk, zespołów, grup itp/ dla których kierunek wprowadzanych zmian podyktowany jest /przyczynowo/ koniecznością utrzymywania wyższego tempa wzrostu efektywności niż u przeciwnika.^{9/}

Przyjmijmy dwa schematyczne warianty planu w którym broń /sprzęt//k/ jest podstawowym rodzajem uzbrojenia układu. Warianty planu zostały opracowane na okres od 0 do C i różnią się:

- ilościami sprzętu /k/ w poszczególnych zespołach współzależnych /przy jednakowej ilości zespołów w każdym wariacie/; czyli:

$$Q_{kI} > Q_{kII} ;$$

- potrzebami w zakresie zabezpieczenia działań zespołów na jednostkę czasu, tj:

$$D_I = \frac{\sum_0^C d_I}{C} ; \quad D_{II} = \frac{\sum_0^C d_{II}}{C}$$

$$\text{gdz: } d_I = \sum_1^m Q_k \cdot \gamma ; \quad \gamma = f(\xi_{tk}, h_{tk}, g_{tk}),$$

$$\text{a } d_{II} = \sum_1^m Q_k \cdot \gamma' ; \quad \gamma' = f'(\xi'_{tk}, h'_{tk}, g_{tk}),$$

przyjmując, że funkcja γ' w wariacie II może różnić się od γ w wariacie I; zatem

$$D_I > D_{II} ;$$

9/ Rozwiązywanie problemów wynikających z dążeń do uzyskania i podwyższania ogólnej /bezwzględnej/ wyższości ilościowej nad przeciwnikiem odbywa się nie tyle w płaszczyźnie czysto wojskowej ile - politycznej, gospodarczej i technicznej kraju /koalicji/. One decydują bowiem o stanie ilościowym i jakościowym sił zbrojnych. Wojsko nie tworzy uzbrojenia, a tylko zużywa je mniej lub bardziej wydajnie. Nie pomniejsza to jednak wpływu kierownictwa wojskowego na planowanie perspektywiczne rozwoju techniki wojennej. Budzić mogą tylko wątpliwości istniejące kryteria optymalizacji tych planów. Jest to jeden z węzłowych problemów, którego jednak nie podejmujemy się definitywnie rozstrzygnąć w wąskich ramach niniejszej pracy.

- nakładami na uzupełnienie strat w okresie C:

$$L_I = (\beta \cdot c) g_{tk} \cdot Q_I; \quad L_{II} = (\beta' \cdot c) g_{tk} \cdot Q_{II}$$

przy czym:

$$L_I < L_{II} \quad \text{gdy} \quad \beta \cdot Q_I < \beta' \cdot Q_{II}$$

Zakładamy ponadto, że wydajności zespołów w obu wariantach są te same, tzn. \mathcal{L} na jednostkę czasu.

Rozpatrując oba warianty w obszarze efektywności teoretycznej $E_{teor} = f / g /$ /por. zał. nr 15/ możemy napisać,

że $L_{II} = L_I + \Delta L$ oraz $D_{II} = D_I - \Delta D$. Ponieważ podstawę rozważań stanowi dla nas wielkość obszaru efektywności użytkowej /tj. w granicach od 0 do T/, zatem jako lepszy wariant /o wyższej efektywności/ przyjmiemy ten w którym: $\Delta L < \Delta D T$

Jeżeli do obu stron tej nierówności dodamy wielomian $L_I + D_{II} T$, wówczas otrzymamy,

$$L_I + D_{II} T + \Delta L < L_I + D_{II} T + \Delta D T,$$

a po przekształceniu:

$$/L_I + \Delta L/ + D_{II} T < L_I + /D_{II} + \Delta D/T.$$

Zakładając, że wariant II spełnia kryterium $\Delta L < \Delta D T$ /ponieważ $\beta \cdot Q_I < \beta' \cdot Q_{II}$ / możemy go uważać jako lepszy jeśli spełnia warunek:

$$L_{II} + D_{II} T < L_I + D_I T.$$

Ogólnie rzecz biorąc o wyższości wariantu decyduje warunek zminimalizowania wyrażenia $= L + D T$ lub $\frac{L}{T} + D$. Jeśli wyrażenie to odniesiemy do czynnika wydajności zespołów w każdym wariantcie /tzn. \mathcal{L} /, wówczas warunkiem optymalizacji wariantu będzie minimalna wartość wskaźnika efektywności nakładów:

$$E = \frac{\frac{L}{T} + D}{\mathcal{L}} \dots \dots \dots /9/$$

Przedstawiając powyższe wyrażenia na tle struktury czasowej, tj. wprowadzając czynnik porównawczy /p/ z wzoru /5/ 5.2.2., to w wyniku przekształceń otrzymamy:

$$E = \frac{\frac{C}{T} L + DC}{\mathcal{L}C} = \frac{\frac{C-T}{T} + 1}{\mathcal{L}C} = \frac{L/(1+pC/+DC)}{\mathcal{L}C} \quad /10,$$

Wydaje się, że niezbędne tu jest wprowadzenie szeregu wyjaśnień.

a/ Relacja /10/ nie dotyczy, bo nie może dotyczyć, wszelkich możliwych okresów działań zespołów. Przyjmujemy, że chodzi tu tylko o pewien średni /"standartowy"/ okres działań /C_s/, natomiast dla innych okresów powyższy wzór może być stosowany tylko po wprowadzeniu odpowiednich poprawek /do których jeszcze powrócimy/.

b/ Pojęcie maksymalnego czasu granicznego efektywności krytycznej jak i wszystkie przekształcenia, doprowadzające do wzoru /10/ na efektywność nakładów zapewniających zamierzone działania zespołu, mają za przesłankę istnienie pewnego przybliżonego i hipotetycznego modelu bazowego rozwoju sił zbrojnych czy też poszczególnych jego rodzajów /zespołów, grup/ od którego praktyczne rozwiązania mogą odchyłać się mniej lub bardziej w jedną lub drugą stronę. Czy możliwe jest określenie takiego modelu, chociażby w przybliżeniu? Naszym zdaniem jest to możliwe, Podstawą takiego modelu mogą być ogólne założenia dotyczące wzrostu produkcji odpowiednich rodzajów techniki, szkolenia kadr itp. występujące w planie perspektywicznym. Plan taki, z tytułu swego charakteru, musi przewidywać pewne minimum wydajności bojowej /wynikające z wprowadzania nowej techniki/ niezbędne do uzyskania przewidywanej wyższości nad przeciwnikiem^{10/}. Można przy tym wysunąć tezę, że gdyby w

10/ Autor nie dysponował właściwymi liczbami planu perspektywicznego dotyczącymi tendencji wzrostu efektywności techniki wojennej i wzrostu kadr /ilościowego i jakościowego/ w latach ubiegłych lub na lata najbliższe, stąd też napotkał trudności w zakresie zweryfikowania wyprowadzonych relacji.

okresie planu zakładać całkowitą wymianę starej techniki na nową, to przyjęty w planie k-krotny wzrost teoretycznych wskaźników efektywności sprzętu powinien uwzględniać również k-krotny wzrost efektywności użytkowej /o której decydują kadry/^{11/}.

Przewidując np. 1,5 - 2 krotny wzrost efektywności nowej techniki jako minimalny, a jednocześnie jako bazowy /z modyfikacjami dla poszczególnych jej rodzajów/ i ustalając odpowiednie do tego potrzeby w zakresie eksploatacji sprzętu i nakłady na uzupełnienie strat w różnych rodzajach sprzętu, otrzymamy układy bazowe do porównywania różnych wariantów rozwoju.

c/ Zakładamy, że nie wystarczy porównywać wariantów między sobą, lecz trzeba je koniecznie porównywać z układem bazowym spełniającym, jak wskazaliśmy, minimalne wymogi planu perspektywicznego, a więc mające znacznie wyższą, często nawet kilkakrotnie wyższą efektywność niż średnia w okresie wyjściowym.

d/ Jak wynika z dotychczasowych rozważań pojęcie maksymalnego czasu granicznego dotyczy wyłącznie różnicy nakładów na uzupełnienie strat /L/ między rozpatrywanymi wariantami, względnie różnicy między tymi wariantami, a modelem bazowym. Ponieważ w modelu bazowym nie istnieje czas graniczny /a więc i efektywność nakładów na uzupełnienie strat/ zatem przedstawiona forma wzoru wskaźnika efektywności /9/ stwarza złudzenie, że czas graniczny /T_{mx}/ czy też procentowy czynnik porównawczy /p/ dotyczą całości nakładów /tj. L i D/. Ponieważ nie zmienia to hierarchii efektywności porównywanych wariantów, a model bazowy trudno /obecnie/ wyznaczyć, naszym zdaniem można tę formę wzoru /9/ przyjąć do dalszych rozważań jako hipotetyczną.

11/ Z praktyki wiadomo jednak, że opanowanie nowej techniki przez wojska wymaga pewnego czasu i to tym dłuższego im niższy jest poziom uprzemysłowienia kraju.

5.3. Ogólne kryterium optymalizacji efektywności układu w ujęciu dynamicznym

W toku dotychczasowych rozważań /5.2.3/ stosowaliśmy czynnik nakładów /L/ bez uwzględnienia czasu niezbędnego na stworzenie odpowiednich środków i wprowadzenie ich do wojsk^{12/}. Nie wdając się narazie w ocenę strat efektywności ponoszonych wskutek opóźnień przy wprowadzaniu wydajniejszych środków walki, przyjmijmy w trybie roboczym, że straty te będą wprost proporcjonalne do całego obszaru nakładów efektywności /użytkowej i krytycznej/ sprzętu /zespołu/. Chodzi nam jednak nie tylko o pokrycie strat w dotychczas używanych środkach walki lecz o częściową wymianę tych środków /a więc i częściowe zmiany organizacyjne/ przez bardziej udoskonalone technicznie oraz zupełnie nowe środki. Innymi słowy, traktując rozwój techniki jako proces ciągły, całkowity wzrost nakładów efektywności na pokrycie strat w każdym momencie / t / w okresie od 0 do C powinien stanowić sumę cząstkowych nakładów efektywności każdego rodzaju sprzętu /k = 1,2 ... m,/, czyli:

$$Z = \sum_1^m \sum_0^C l_{t_i(k)} \beta_k (C_{i(k)} - t_{i(k)}); \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad /11/$$

Powyższe wyrażenia można przedstawić również jako iloczyn z całkowitych nakładów efektywności /L/ przez średni czas ich wprowadzania na użytkowanie tj.:

$$Z = L \cdot \bar{\tau},$$

stąd

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_1^m \sum_0^C l_{t_i/k} \beta_k [C_{i_k} - t_{i/k}]}{L} \quad /12/$$

12/ Jak wynika z doświadczeń ubiegłej wojny, dążenia obu stron do skrócenia czasu wprowadzenia na uzbrojenie wojsk coraz bardziej nowoczesnej techniki, odgrywało bardzo poważną rolę w rozwoju dalszych działań; np. wyścig między Niemcami i Aliantami Zachodnimi w dziedzinie unowocześniania sprzętu radiotechnicznego.

/rys. zał. nr 16/.

Niech krzywe $i = 1, 2, \dots, m$ przedstawiają planowany wzrost nakładów efektywności na każdy rodzaj sprzętu /zespołu/ w danym układzie zamkniętym, przeznaczone na pokrycie strat i podwyższenie efektywności w okresach od 0 do $C_1, C_2, \dots, C_m, \dots$. Zatem dla każdego momentu t_i rzędne $l_{t_i} = l_{t_1}, l_{t_2}, \dots, l_{t_m}$ oznaczają sumy nakładów efektywności jakie należy pokryć od początku występowania strat /zużywania się sprzętu k /. Wąskie prostokąty oznaczają wielkości cząstkowych nakładów efektywności $/l_{t_i/k}/$ jakie należy zapewnić w okresach od t do C_1, C_2, \dots, C_m , a cały zakreskowany obszar odpowiada wyrażeniu $/ll/$, względnie odpowiedniej całce, jeśli $l_{t_i/k}$ sprowadzimy do sumy bardzo małych wielkości $\Delta l_{t_i/k}$. To pole nakładów efektywności możemy zamienić na równoważny prostokąt o wysokości L_{τ} i podstawie τ , której wielkość wyznacza wzór $/12/$.

Założyliśmy, że straty wskutek opóźnień przy wprowadzeniu wydajniejszych środków walki /sprzętu/ i organizacji/ są "odwrotnie proporcjonalne do wielkości całego obszaru nakładów efektywności /użytkowej i krytycznej/ sprzętu /zespołu/. Ponieważ chodzi nam nie tylko o pokrycie strat lecz i o wzrost efektywności, zatem włączenie wielkości L_{τ}

do syntetycznego wzoru wskaźnika efektywności $/9/ 5.2.3.$ W celu rozwinięcia jego formy podstawowej/ wymaga wprowadzenia do rozważań pewnej wielkości charakteryzującej straty efektywności układu wynikające z braku nadwyżki efektywności stanowiącej o jej wzroście. Najwygodniejszą formą tej wielkości będzie, naszym zdaniem, procentowy współczynnik strat efektywności układu na jednostkę nakładów w przedziale czasowym $/ \tau /$.

Oznaczamy ten współczynnik przez b . Można wyjaśnić go następująco. Gdyby uzupełnianie strat odbywało się automatycznie w chwili ich powstawania i łącznie z odpowiednią nadwyżką efektywności, a nie po pewnym czasie tj. $C - \tau$, wówczas utrzymywane odpowiednie rezerwy /odwody/ /przeznaczone na uzupełnienie danego układu/ mogłyby w okresie od

O do τ użyć na korzyść innego układu, który wkracza w okres $C - \tau$. Ponieważ nie jesteśmy w stanie określić gdzie odwoły te mogłaby najlepiej użyć /niezależnie od konieczności dysponowania pewnymi zapasami, które traktujemy jako oddzielny układ zamknięty/ zatem dla obliczenia strat musimy przyjąć przeciętny wzrost efektywności sił zbrojnych /rodzajów wojsk, związków, grup itp./ jaki mógłby zaistnieć w wyniku uaktywnienia tych odwołów.

Jeśli przeciętnie potrzeby sił zbrojnych /rodzajów wojsk, związków, grup itp./ w zakresie nakładów efektywności na jednostkę czasu oznaczymy przez Π , to w wyniku bierności odwołów wielkości $L \cdot \tau$ oznacza obniżenie ogólnej efektywności wojsk /wynoszącą $\sum_1^m s_k Q_k$ / o wielkość:

$$\delta = \frac{L \tau}{\Pi}$$

Inaczej mówiąc: w celu uzyskania przyrostu efektywności wojska o tę samą wielkość δ trzeba byłoby "uaktywnić" odwoły o wielkości $\Pi \delta = L \tau$

Współczynnik b oznaczający stosunek

$$b = \frac{\delta}{L \tau}$$

wyniesie zatem $\frac{1}{\Pi}$.

Wprowadzenie wielkości L , τ i b do syntetycznego wzoru na wskaźnik efektywności układu /9/ 5.2.3. nie przedstawia już poważniejszych trudności. Ponieważ powyższy wzór służy do porównywania różnych wariantów układu o różnej wydajności z punktu widzenia efektywności nakładów przewidzianych na jego rozwój, możemy przyjąć, że dodatkowy zasób efektywności pochodzący z "uaktywnienia" odwołów, posłużyłby nie do zwiększenia wydajności wojska w ogóle, lecz tylko do podwyższenia jego potencjału bojowego. Innymi słowy: straty powodujące obniżenie wartości potencjału, przedstawione w postaci biernej postawy odwołów, oznaczają jak gdyby pomniejszenie ogólnych zasobów efektywności przeznaczonych na rozwój danego układu o wielkość $L \cdot \tau \cdot b$. W związku z tym, gdy dodamy tę wartość do nominalnego nakładu L /realizowanego, jak gdyby automatycznie/,

otrzymamy wynik równoważny, zastępczy, uwzględniający wielkość nakładu i czas biernej postawy odwodów, a mianowicie:

$$L + L\tau b = L / 1 + \tau b /,$$

którą to wielkość wprowadzamy do wzoru /9/ 5.2.3.

Otrzymamy więc:

$$E = \frac{\frac{1}{T} L / 1 + \tau b / + D}{\mathcal{L}} \dots\dots\dots /13/$$

5.3.1. Wpływ różnych okresów żywotności układów na ich wydajność.

Dotychczasowe rozważania niniejszego rozdziału cparte były na założeniu, że okres działania porównywanych układów /C/ jest "jednakowy" lub bardzo zbliżony/ przeciętne C/ /por. 5.2./. W rzeczywistości jednak problem ten jest bardziej złożony i często metodologicznie trudny do rozwiązania. Jeśli przy niewielkich odchyleniach występujące tu różnice nie odgrywają w rachunku większej roli i możemy je pominąć, to w przypadkach znacznych rozbieżności co do wielkości "żywotności" układów ich wydajność będzie kształtowała się odmiennie. Np. żywotność broni strzeleckiej, ręcznej czy maszynowej, jest o wiele dłuższa niż czołgów; podobne różnice, lecz o innej proporcji czasu występują między sprzętem artyleryjskim a lotniczym itp. Podobne trudności mają również miejsce przy porównywaniu układów o żywotności przeciętnej kilku czy kilkunastu miesięcy z układami o bardzo krótkich okresach działania aktywnego. Wybór optymalnego wariantu można sprawać wóczas do decyzji: np. czy korzystniej jest unowocześniać stary układ, czy też stosować go jeszcze przez jakiś czas w dotychczasowym stanie, a równocześnie stworzyć /zorganizować/ bardziej nowoczesny.

Patrząc pobieżnie na to zagadnienie możnaby wysunąć propozycję, aby w stosunku do układów o żywotności długotrwałej obniżać procentowy współczynnik strat efektywności / b /, względnie powiększyć przedział czasu granicznego C-T, co pozwoliłoby na poważniejsze zaangażowanie "odwodów" efektywności" przeznaczonych na modernizację. Można sądzić, że ten pogląd jest jeszcze dość powszechny, a w okresie pokojowym

/międzywojennym/, zwłaszcza bezpośrednio po zakończeniu jednej wojny wydaje się nawet po części uzasadniony^{13/}.

W okresie stałego napięcia w sytuacji międzynarodowej, zwłaszcza obecnie, taki postulat, naszym zdaniem byłby zbyt jednostronny, a rozwiązanie zbyt tradycyjne /przestarzałe/, gdyż nie uwzględnia on doraźnych strat efektywności związanych z wprowadzaniem tych odwodów dla wypełnienia luk pojawiających się coraz częściej. Polityka renowacji /w szerokim znaczeniu tego słowa/ powinna bowiem uwzględniać optymalne okresy opłacalności i związane z nimi optymalne wielkości nakładów na utrzymanie istniejących układów.

W związku z powyższym proponujemy rozpatrywać układy z punktu widzenia ich rozwój żywotności: trwałości w powiązaniu z ogólną strukturą modernizacji.

Założmy następujący schemat ograniczeń w tej strukturze:

a/ żywotność każdego z nowo tworzonych układów określona jest na C jednostek czasu;

b/ wzrost efektywności niezbędnej dla utrzymania właściwej przewagi nad przeciwnikiem wynosi λ % na jednostkę czasu.

W świetle tych ograniczeń /warunków modelu modernizacji/ ogólna wartość nakładów efektywności sił zbrojnych w końcowym momencie danej jednostki czasu t_1 będzie równa sumie nakładów efektywności poczynionych w danej jednostce czasu oraz w $C - t_1$ poprzednich jednostek czasu, czyli:

13/ Zwłaszcza w tych państwach kapitalistycznych, które silnie odczuły skutki wojny, a ich gospodarka nie była w stanie odrazu przystąpić do kolejnego wyścigu zbrojeń. /np. Niemcy, Francja i Anglia po pierwszej wojnie światowej do 1930 r., Francja po wojnie 1870/71 r. do 1890 r. Podobnie, po drugiej wojnie światowej do 1953-55 r., w państwach demokracji ludowej.

Chodziło bowiem zawsze o to, aby raczej utrzymywać stare typy sprzętu /tańsze/, gdyż gospodarka narodowa nie mogła zdobyć się na gwałtowną modernizację przemysłu zbrojeniowego. Przeprowadzone w tym kierunku /w Polsce/ próby intensyfikacji produkcji zbrojeniowej /w latach 1949-1953/ nie dały pożądanego efektu. Właśnie z uwagi na oparcie się na starej bazie.

$$\Pi_c = \sum_{i=1}^{i=c} L \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^{i-1}$$

$$= L \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^c \right] (1+\lambda)}{\lambda} \quad \dots\dots /14/$$

Jeśli przyjmiemy, że i w tym typie procesu średnie potrzeby sił zbrojnych w zakresie ogólnych nakładów efektywności na jednostkę czasu wynoszą Π to całkowita wydajność A_c wyniesie:

$$A_c = \frac{\Pi_c}{\Pi} = L \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^c \right] (1+\lambda)}{\lambda \Pi} \quad \dots\dots /15/$$

Gdy założymy, że żywotność wszystkich układów wynosi C lecz C_s jednostek czasu /wielkość stała/, a średnie potrzeby w okresie $C_s - \Pi'$ /zamiast Π /, wówczas przy tym samym wzroście efektywności o λ % wydajność całkowita wyniesie:

$$A_{c_s} = \frac{\Pi_{c_s}}{\Pi'} = L \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^{c_s} \right] (1+\lambda)}{\lambda \Pi'} \quad \dots\dots /16/$$

Powyższe dwa warianty rozwoju /modernizacji/ - o różnych okresach żywotności i różnych przeciętnych potrzebach w zakresie nakładów - będą równoważne pod względem wydajności, gdy $A_c = A_{c_s}$. Z tej równości można wyprowadzić współzależność między przeciętnymi potrzebami na modernizację, a okresem żywotności układów w którym uzyskuje się tę samą wydajność, czyli:

$$L \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^c \right] (1+\lambda)}{\lambda \Pi} = L \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^{c_s} \right] (1+\lambda)}{\lambda \Pi'}$$

..... /17

skąd
$$\frac{\Pi}{\Pi'} = Z_c = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+\lambda}\right)^C}{1 - \left(\frac{1}{1+\lambda}\right)^{C_s}} \dots/18/$$

albo:
$$\frac{1}{Z_c} = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+\lambda}\right)^{C_s}}{1 - \left(\frac{1}{1+\lambda}\right)^C} \dots\dots/19/$$

Ponieważ C_s traktujemy jako wielkość stałą, to całkowity nakład efektywności na pokrycie strat w okresie C tj. Z_c zależy od wzrostu efektywności /na jednostkę czasu/ niezbędnej dla utrzymania planowanej przewagi nad przeciwnikiem / λ /; inaczej - od tempa procesu rozwoju tej przewagi jak i od wielkości C . A zatem w przypadkach, gdy nakłady efektywności idą wyłącznie na pokrycie strat / β /, tj. gdy tempo rozwoju / λ / zmierza do zera, to

$$Z_c = \frac{\Pi}{\Pi'} \quad \text{dąży do} \quad \frac{C}{C_s}$$

Oznacza to, że jeśliby średnie nakłady efektywności /na jednostkę czasu/ dla wszystkich układów wzrastały, w miarę przedłużenia czasu ich żywotności, proporcjonalnie do stosunku C/C_s , to wydajność tych nakładów byłaby taka sama w okresie C jak i w C_s . Jeśli np. $C = 3 C_s$, to tę samą łączną wydajność otrzymamy przy $\Pi = 3\Pi'$. Gdyby jednak średnie nakłady efektywności w okresie $C = 3 C_s$ były mniejsze, tj. $\Pi < 3\Pi'$, to wtedy uzyskamy większą wydajność.

W ten sposób można, naszym zdaniem, wyjaśnić jedną z głównych przyczyn dla której w przeszłości, w warunkach dużo wolniejszego tempa rozwoju techniki wojennej /uwarunkowanego słabym rozwojem gospodarczym, np. w wyniku zniszczeń wojennych i zacofania technicznego/ tak wysoko ceniono układy długotrwałe, chociaż ogólne potrzeby w zakresie efektywności były wyższe niż na układy bardziej nowoczesne i bardziej efektywne lecz o krótszej żywotności.

Wracając do podstawowego elementu naszych rozważań, tj. do uogólnionego wzoru na wskaźnik efektywności, który

w toku analizy uzyskał postać relacji /13/, należy z kolei wprowadzić do niego dalsze uzupełnienia.

W swym założeniu relacja /13/ została sformułowana względem czasu stałego, przy czym czynnik wydajności d dotyczy czasu C , a nie C_s , który z kolei przyjęliśmy jako stały.

Przeprowadźmy następujący wywód.

Założmy, że projektuje się jakiś układ o żywotności C , wydajności d i średnich potrzebach w zakresie efektywności na jednostkę czasu Π_k , przy czym przewiduje się na ten cel ogólne nakłady:

$$L = \sum_{k=1}^{k=m} Q_k \cdot \left(\frac{1}{s_k} \cdot s_{tk} \right)$$

Traktując ten układ jako jeden z wielu tego typu, wielkość L będzie częścią ogólnej sumy nakładów efektywności przeznaczonych na wszystkie układy danego typu. Opierając się na poprzednim rozumowaniu można dany układ zamienić na inny, równoważny pod względem wydajności, lecz o stałym okresie C_s oraz o $\Pi' = \frac{\Pi_k}{Z_c}$

Stąd wydajność nowego układu zastępczego na jednostkę czasu d_z , a zapewniającym w okresie C_s tę samą wydajność otrzymamy z równania:

$$d \Pi_k = d_z \cdot \Pi' = d_z \cdot \frac{\Pi_k}{Z_c}$$

stąd:

$$d_z = \frac{d \Pi_k \cdot Z_c}{\Pi_k} = d Z_c \quad \dots\dots /20/$$

$$d_z = d Z_c ; \quad d = \frac{d_z}{Z_c}$$

Wartość $d Z_c$ odpowiada warunkom okresu przyjętego jako stały i może być wprowadzona do wzoru /13/ na miejsce

jako wielkość równoważna pod względem wydajności łącznej.

5.3.2. Wpływ różnych okresów żywotności układów na ogólne straty ich efektywności

Włączając do uogólnionego wzoru efektywności /13/ wielkość $\propto Z_c$, równoważną dla okresu stałego, należy również uwzględnić wpływ różnej żywotności układów na ogólną sumę strat efektywności /S_c/ [34] i z kolei poprawkę tę wprowadzić do wzoru /13/, przy czym z przypisów [34] wiadomo, że:

$$S_c = \sum_0^c \sum_1^m \beta_k + \sum_0^c \sum_1^m \frac{\beta_k}{s_k} \alpha_k \dots \dots /21/$$

Należy więc uwzględnić, że ogólne nakłady efektywności w okresie stałym /C/ składają się z ogólnej sumy wydajności rozpatrywanego układu tj.

$$A_c = \sum_0^c \sum_1^n \alpha_k$$

oraz określonej sumy strat S_c /21/.

Zgodnie z rozważaniami w 5.3.1. w okresie C_s występują odpowiednie A_{c_s} i S_{c_s}. Gdy jednostkowe straty efektywności w kolejnych jednostkach czasu były niezmienne, wówczas zależność między sumami strat dla różnych okresów byłaby taka sama jak między sumami wydajności i wynosiłaby Z_c. A zatem wprowadzając do wzoru /13/ wielkość zastępczą $\propto Z_c$ należałoby na miejsce D wstawić DZ_c i wtedy:

$$E = \frac{\frac{1}{1} L / 1 + \tau b / + D Z_c}{\propto Z_c} \dots \dots \dots /22/$$

Chodzi jednak o to, że zgodnie z naszym podstawowym założeniem o obniżaniu się strat w miarę wzrostu efektywności sił własnych w stosunku do sił przeciwnika / o λ % na jednostkę czasu/ łączne straty efektywności nowych układów tworzonych w ciągu danej jednostki czasu wzrastają w stosunku do łącznych strat układów stworzonych w ubiegłej jednostce czasu nie o λ % lecz o mniej np. o ψ %. W związku z takim założeniem, jeżeli suma strat efektywności układów stworzonych w danej jednostce czasu wynosi φ, to suma strat efektywności

układów stworzonych w ubiegłej jednostce czasu wynosi $\frac{\Phi}{1+\psi}$,
 a w ciągu danej jednostki czasu i ubiegłej /C-1/:

$$S_c = \sum_1^C \Phi \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{C-1} = \Phi \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^C \right] (1+\psi)}{\psi}$$

..... /23/

Analogicznie dla okresu C_s

$$S_{C_s} = \Phi \frac{\left[1 - \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{C_s} \right] (1+\psi)}{\psi}$$

..... /24/

A więc stosunek sumy strat efektywności układów, w okresie żywotności odmiennym od okresu przyjętego jako stały, do takiej samej sumy strat układów w stałym okresie /przy tych samych stratach na jednostkę czasu/ wyniesie:

$$\frac{S_c}{S_{C_s}} = \frac{1 - \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^C}{1 - \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{C_s}} = J_c \quad \text{..... /25/}$$

Takie sformułowanie problemu możemy przyjąć za podstawę kolejnego wniosku, a mianowicie, że przy tych samych nakładach efektywności na rozwój układów w warunkach gdy $C > C_s$ otrzymamy większą sumę strat tj. $S_c > S_{C_s}$ w stosunku

$$J_c = \frac{S_c}{S_{C_s}}$$

podobnie jak poprzednio, gdy uzyskaliśmy większy wzrost efektywności w stosunku Z_c /18/.

Aby więc sprowadzić efektywność nakładów na rozwój

układów o okresie żywotności C do porównywalności z analogiczną efektywnością, lecz dla układów o okresie żywotności C_s należy wielkość \mathcal{L} /dotyczącą okresu C/ pomnożyć przez Z_c /będzie więc $\mathcal{L} Z_c$ /, a wielkość D - przez J_c /czyli $D J_c$ /.

W związku z tym wzór /22/ przyjmie postać

$$E = \frac{\frac{1}{1} \cdot L \cdot /1 + \tau b / + D J_c}{\mathcal{L} Z_c} \dots\dots\dots /26/$$

[35] . Interpretację tego wzoru zamieszczono w przypisie

W świetle powyższych rozważań nasuwa się możliwość wyznaczania wielkości optymalnych dla C. W naszym ujęciu C jest funkcją zmiennych paramaterów efektywności E /przy stałych wielkościach L i \mathcal{L} /, tj. funkcją wyrażenia

$$\frac{L /1 + \tau b /}{D}$$

Okres C wzrasta w miarę zwiększania się wartości tego ilorazu. Wynika stąd, że dla układów stanowiących kościec struktury wojska, a więc wymagających stosunkowo dużych nakładów w zakresie efektywności przeznaczonych na ich rozwój, bardziej uzasadniony jest długi okres żywotności /np. dla piechoty, artylerii konwencjonalnej itp./, a nieuzasadniony dla tych układów, których potrzeby są stosunkowo małe, ze względu na konieczność dokonywania częstej wymiany sprzętu /np. w lotnictwie/.

Powyższy wniosek, właściwy dla okresu wojen przedatomowych, powinien z kolei ulec modyfikacji. Narzuca ją specyfika okresu przejściowego w którym przebrojenie wymaga dodatkowych, bardzo wysokich nakładów, np. na stworzenie bazy naukowo-technicznej i produkcyjnej w zakresie materiałów rozszczepialnych oraz środków ochronnych. Powstaje tu szereg przejściowych odchyień w ogólnym mechanizmie rozdziału nakładów, trwających do czasu wyodrębnienia się nowego /nowych/ podstawowych rodzajów broni.

Wykres dla C_{opt} . /przy którym E jest optymalne/ przedstawiono w zał. nr 5. Sposób obliczania - /aneks: zał.nr 6/

w oparciu o rozwiniętą postać wzoru efektywności:

$$E = \frac{\frac{1}{T} L (1 + \tau b) + D \frac{1 - \left(\frac{1}{1 + \psi}\right)^C}{1 - \left(\frac{1}{1 + \psi}\right)^{C_s}}}{\frac{1 - \left(\frac{1}{1 + \lambda}\right)^C}{1 - \left(\frac{1}{1 + \lambda}\right)^{C_s}}} \quad \dots/27/$$

Poszukiwaną, minimalną /optymalną/ wartość E otrzymamy w rezultacie rozwiązania równania z przyrównanej do zera pierwszej pochodnej E względem C.

Z powyższego wynika, że dla przyjętego stosunku $\frac{L}{D} \frac{1 + \tau b}{1}$ oraz takiej wielkości okresu użytkowania C,

która spełnia wspomniane równanie wskaźnik efektywności E uzyska wartość minimalną. Wykres pomocniczy /zał. nr 4/ podaje wielkość okresu użytkowania C_{opt} , który spełnia powyższe równanie.

Przy wyprowadzaniu wzoru dla E i obliczaniu optymalnej wielkości C przyjmowaliśmy, że $J_c = \frac{C}{S_c}$ jest jednolite dla wszystkich przypadków, ponieważ wynika z założenia o jednolitym tempie obniżania się strat wydajności wszystkich układów istniejących w siłach zbrojnych, Założenie to jest bardzo uproszczone i może być traktowane tylko jako pierwsze przybliżenie. A przecież w każdym niemal rodzaju wojsk /związku, grupie/ względna dynamika strat jednostkowych nowo tworzonych układów będzie zależała od tempa wzrostu wydajności sprzętu oraz od wielkości wysiłku ludzi. Zagadnienia te wymagają zawsze indywidualnego rozpatrzenia. Można przewidywać, że w przyszłej wojnie np. broń raketowo-jądrowa osiągnie wyższe tempo bezwzględного wzrostu wydajności /A/ niż artyleria konwencjonalna, a związki piechoty /zmot., zmech./ będą musiały włożyć więcej wysiłku fizycznego niż artyleria.

Wszędzie tam, gdzie nie liczymy na wysokie tempo wzrostu wydajności, można oczekiwać niższych strat efektywności, a więc dynamika strat całkowitych prawdopodobnie będzie

niewiele różniła się od dynamiki wydajności łącznej. Również w tych układach, które charakteryzują się wysokim wysiłkiem fizycznym /np. w piechocie, broni pancernej, wojskach inżynierskich itp./ względna obniżka strat efektywności w nowo stworzonych układach będzie niewiele różniła się od strat w układach już istniejących, ponieważ nowe i stare korzystają w zasadzie z tych samych nakładów środków materiałowo-technicznych niezbędnych do działań /różnią się tylko sposobem ich użycia/, a środki te stanowią bardzo poważną pozycję w bilansie strat. To właśnie stanowi główną przyczynę, dla której w rachunku efektywności rozwoju bardziej słuszna jest, naszym zdaniem, obliczania strat efektywności bez uwzględnienia parametru określającego wielkość wysiłku fizycznego wojska [36].

Powyższe rozważania, podobnie jak rozważania o ewentualnym zróżnicowaniu czasu granicznego, przedstawiliśmy jedynie od strony teoretycznej celem zasygnalizowania problemu, gdyż praktyczne zróżnicowanie współczynnika Ψ i wynikającego zeń współczynnika J_C budzi szereg wątpliwości, m.in. ze względu na to, że jeśli znamy dotychczasowe tempo postępu technicznego w poszczególnych rodzajach wojsk, to nie znamy przecież ewentualnych zmian tego tempa w przyszłości. Nawet w tak konserwatywnym rodzaju broni jak piechota, wprowadzenie nowej techniki np. w postaci indywidualnych urządzeń rakietowych dla żołnierzy /w celu zwiększenia ruchliwości pododdziałów/ może wywołać rewolucję w tempie działań, obniżkę wysiłku fizycznego, wzrost wydajności itp. W każdym razie problem zróżnicowania współczynników Ψ i J_C stanowi otwarte pole do dalszych badań.

Wydaje się niezbędnym również wyjaśnienie, że stosowanie współczynników Ψ i J_C wiąże się z jeszcze jednym bardzo istotnym uproszczeniem: zakłada bowiem "sztywność" strat efektywności w danym układzie z chwilą wprowadzenia doń nakładu na efektywność w celu podwyższenia w przyszłości jego wydajności. W rzeczywistości straty te nie są w całości "sztywno" związane z nakładami na rozwój układu. Istnieją bowiem zawsze możliwości dokonywania stopniowej modernizacji, mechanizacji, automatyzacji itp. przy pomocy stosunkowo nieznacznych nakładów, dzięki czemu straty, a zwłaszcza straty efektywności związane z

wydajnością modernizowanych działów w tym układzie mogą poważnie maleć.

Powstaje więc pytanie, czy nie należy do rachunku strat efektywności, w całym okresie istnienia danego układu, wprowadzić tylko te elementy strat, które nie dotyczą działów modernizowanych i mogą być uznane jako "sztywno" związane z konwencjonalnym procesem działań układu, a inne straty włączać do rachunku tylko na krótki okres w ciągu którego można przypuszczać, że pozostaną one niezmiennie?

Również i w tym przypadku uważamy za celowe zasygnalizować to zagadnienie, jako temat do dalszych badań dla ewentualnego ulepszenia przedstawionego systemu rachunku optymalizacji.

5.3.3. Wpływ zmienności w czasie strat efektywności na wielkość E.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że przy założonych stałych wielkościach wydajności i strat efektywności danego układu na cały okres jego żywotności, w poszczególnych jednostkach czasu przyjmują one różne wartości. Ponieważ te wielkości stałe traktujemy jako cząstki rozszerzającego się ogólnego strumienia wydajności i strat, to w związku z tym, z biegiem czasu, rola tych samych wielkości spada w tempie λ % na jednostkę czasu. Tę zależność wyraża współczynnik Z_c proporcjonalny do sumy:

$$\alpha + \frac{\alpha}{(1+\alpha)} + \dots + \frac{\alpha}{(1+\alpha)^{C-1}}$$

oraz współczynnik J_c proporcjonalny do sumy:

$$D + \frac{D}{1+\psi} + \dots + \frac{D}{1+\psi}^{C-1}$$

Inaczej mówiąc, jeśli przyjmiemy, że w kolejnych jednostkach czasu wydajność będzie kształtowała się: $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_c$, tj. α_i / $i = 1, 2, \dots, C$ będzie zmieniała się w okresie żywotności układu o λ % na jednostkę czasu,

to nic nie może stać na przeszkodzie, aby sumę tych zmiennych

$$t.j \quad \sum_{i=1}^{i=C} \alpha_i \frac{1}{(1+\lambda)^{i-1}}$$

zastąpić wielkością stałą /zgodnie z założeniem wzoru efektywności E/ i równoważną:

$$\sum_{i=1}^{i=C} \alpha_i \frac{1}{(1+\lambda)^{i-1}} = \sum_{i=1}^{i=C} A \frac{1}{(1+\lambda)^{i-1}}$$

Po przekształceniu, otrzymamy:

$$A \frac{(1+\lambda)^{C-1}}{(1+\lambda)^{C+1} \cdot \lambda} = \sum_{i=1}^{i=C} \alpha_i \frac{1}{(1+\lambda)^{i-1}}$$

$$\text{stąd: } A = \sum_{i=1}^{i=C} \alpha_i \frac{1}{(1+\lambda)^{i-1}} \cdot \frac{(1+\lambda)^{C-1}}{(1+\lambda)^{C-1}} \quad \dots/28/$$

Rozumując analogicznie odnośnie strat efektywności, wprowadzimy dla różnych wielkości zmiennych D_i wielkość zastępczą stałą D_s , a mianowicie

$$D_s = \sum_{i=1}^{i=C} D_i \frac{1}{(1+\psi)^{i-1}} \frac{\psi(1+\psi)^{C-1}}{(1+\psi)^{C-1}} \quad \dots/29/$$

Drugie człony w wyrażeniu /28/ i /29/ odgrywają rolę współczynników przekształcających wielkości zmienne wydajności i strat na wielkości stałe. Oznaczając je odpowiednio przez μ dla wydajności, a przez η dla strat, przebieg zmienności tych funkcji przedstawiono na wykresie pomocniczym /zał.nr 7/.

Wprowadzając przekształcone wielkości zmienne wydajności i strat na wielkości stałe do wzoru efektywności /26/ 5.3.2. otrzymamy ostateczny wzór zmodyfikowany:

$$E = \frac{\frac{1}{T} - L / 1 + \tau b / + D_s J_c}{AZ_c} \dots \dots \dots /30/$$

W wyniku wprowadzania do rozważań kolejnych elementów uregulniających założenia wyjściowe wzór /10/ 5.2.3. został doprowadzony do postaci /30/.

Wzór pierwotny, wyprowadzany dla okresu stałego /standartowego/, uwzględniał tylko problem czasu zwrotu dodatkowych nakładów na efektywność przez obniżkę strat efektywności związanych z zabezpieczeniem działań układów. Obecny wzór /30/ uwzględnia ponadto wpływ takich czynników jak "zamrożenie" nakładów efektywności na rozwój układów w okresie ich tworzenia, różny od stałego czas żywotności porównywanych układów oraz zmienny przebieg krzywej wydajności i strat w czasie.

5.3.4. Efektywność rozwoju układów w ujęciu czasowym wielostadialnym.

Dotychczasowe rozważania dotyczyły analizy efektywności rozwoju układów zamkniętych tworzonych w całości i jednorazowo. Doświadczenie wskazuje jednak, że w wielu przypadkach istnieją możliwości /nawet konieczność/ uzyskiwania planowanych wyników w miarę tworzenia /organizowania/ układów. Przykładem mogą służyć wszelkie układy komunikacyjne /w najszerszym ujęciu tj. transport, rurociągi, łączność itp/, które tworzy się w miarę narastania potrzeb. Chodzi bowiem o to, aby zmniejszyć do najbardziej niezbędnych nie wykorzystane przez długi okres czasu ilości urządzeń sprzętu i materiałów /niezależnie od konieczności posiadania odwodów

o wielkościach optymalnych^{14/}.

Najogólniej rzecz biorąc, wielostadialność tworzenia /organizacji/ układów polega na przesunięciu /w czasie/ wprowadzenia do ogólnego stanu sił zbrojnych części nakładów planowanych na wzrost efektywności, bez szkody dla danego zamierzenia i rosnących stopniowo zadań, dla których dane zamierzenie zostało podjęte.

Niewątpliwie, tego rodzaju planowanie rozwoju układów o tendencjach zmierzających do zwiększenia ich efektywności w możliwie najkrótszym czasie posiada obok szeregu oczywistych zalet również i wady. Do tych ostatnich należy zaliczyć wzrost jednostkowych nakładów efektywności i strat efektywności w układach cząstkowych w porównaniu do układów tworzonych w całości i jednorazowo, Ponieważ układy tworzone częściami nie zawsze będą bardziej efektywne od jednorazowych, zatem wybór między nimi musi być poparty analizą i wynikami rachunku optymalizacji.

Z drugiej strony porównanie efektywności układów obu typów związane jest z wielu trudnościami metodologicznymi. Metodologia przedstawiona w rozdziałach 4 i 5 pozwala jednak, naszym zdaniem, przy pewnej modyfikacji wzoru /30/ na jednolite ujęcie układów tworzonych jednorazowo i wielostadialnie. Poniższe rozważania stanowią próbę takiego ujednoczenia.

Zagadnienie to rozpatrzmy kolejno z trzech punktów widzenia:

a/ korzyści wynikających ze skrócenia czasu "biernego" tzn. od chwili tworzenia układów wielostadialnych do uzyskania pierwszych efektów wydajności;

b/ korzyści - w wyniku obniżenia strat w zakresie zabezpieczenia działań tych układów;

c/ korzyści - w wyniku uzyskania dodatkowej

14/ Problem optymalizacji odwodów /rezerw, zapasów/ nie jest w danej pracy zagadnieniem węzłowym. Odwody włączono bowiem do ogólnego stanu ilościowego układów. Nie mniej jednak problem ten można rozpatrywać w oderwaniu jako część bardziej ogólnego problemu optymalizacji struktury sił zbrojnych, Po części była o niej mowa w rozdz. 4.

wydajności w porównaniu z koncepcją jednostadialną.

A. Przyjmijmy założenie podstawowe, że ogólny wzrost wydajności sił zbrojnych w okresie C można wyrazić w postaci krzywej rosnącej ciągłej. Ten wzrost można osiągnąć na drodze stworzenia w okresie początkowym $/t_j = 0/$ pełnego stanu układów zapewniających planowaną wydajność $/A_C/$, bądź realizować go w szeregu kolejnych stadiach $[t_2 - t_1, t_3 - t_2, \dots, t_C - t_{C-1}]$ w miarę potrzeb γ wykres - zał. nr 8/.

Z powyższego założenia wynika, że obie koncepcje zapewniają uzyskanie planowanego wzrostu wydajności A_C , a zatem pod tym względem można je uważać jako równoważne. Równoważność ta oparta jest jednak na uproszczeniu, a mianowicie pomija "zamrożenie" nakładów efektywności $/i$ wynikające stąd straty/ do chwili utworzenia kolejnych układów zakładając, że akt ten odbywa się wyłącznie $/$ "błyskawicznie" $/$ w momentach $/t_2, t_3, \dots, t_{C-1}/$.

Gdyby przyjąć umownie, że nakłady efektywności na rozwój układów np. w okresach $/t_3 - t_2/$ i $/t_4 - t_3/$, tj. odpowiednie wielkości L_2 i L_3 zostały zrealizowane w momencie wyjściowym tj. $t_1 = 0$, wówczas w porównaniu z rzeczywistymi potrzebami w zakresie wydajności w okresie $/t_2 - t_1/$ tj. A_{t_2} , powstałyby straty, których wielkość można obliczyć następująco:

a/ straty efektywności przy nakładach L_2 wynoszą:
 $L_2 \cdot b \cdot t_2$, przy nakładach L_3 ; $L_3 \cdot b \cdot t_3$ itd. ^{15/}

b/ wychodząc z warunku równoważności, rzeczywistym nakładom efektywności rozwoju planowanego wielostadialnie powinny odpowiadać analogiczne wielkości z planu jednorazowego, czyli:

$$L_1; L_2 /1 + b t_2/; L_3 /1 + b t_3/; L_i /1 + b t_i/;$$

$$i = 1, 2, \dots, C;$$

c/ ponieważ korzyści o które chodzi wyrażają się stosunkiem rzeczywistych nakładów efektywności przeznaczonej na wzrost wydajności w poszczególnych stadiach rozwoju do tychże nakładów powiększanych umownie o straty z tytułu zamrożenia nakładów, tj.

15/ Wartość b ulega w tym ujęciu pewnej modyfikacji.

Uzasadnienie i wyznaczenie b por. aneks. - zał. nr 9

$$\frac{1}{1 + b \cdot t_k}$$

zatem w ogólnym ujęciu suma cząstkowych nakładów efektywności w/g koncepcji wielostadialnej /16/ przy /u/ stadiach, wyniesie

$$L' = \sum_{k=1}^{k=u} L_k \frac{1}{1 + b \cdot t_k} ; \quad k = 1, 2, \dots, u;$$

d/ wreszcie, uwzględniając zamrożenie nakładów cząstkowych /w/g koncepcji wielostadialnej/ występujące w fazie tworzenia poszczególnych układów, należy każdy nakład zwiększyć o wielkość zamrożenia /zgodnie z przyjętymi zasadami przy obliczaniu b; por. aneks - zał. nr 9/, mnożąc go przez $1 + b \cdot c_{zk}$. Otrzymamy więc

$$L' = \sum_{k=1}^{k=u} L_k \frac{1 + b \cdot c_{zk}}{1 + b \cdot t_k}$$

..... /31/

/gdzie c_{zk} - średni czas zamrożenia nakładu efektywności w k-tym stadium tworzenia planowanego układu/.

Wprowadzając L' z wyrażenia /31/ do uogólnionego wzoru na wskaźnik efektywności /30/ na miejsce L, otrzymamy:

$$E = \frac{\frac{1}{T} L' + D_s J_c}{AZ_c} \dots \dots \dots /32/$$

B. W miarę wprowadzania nowych układów do ogólnego stanu bojowego sił zbrojnych w kolejnych stadiach ich rozwoju wzrastają potrzeby w zakresie zabezpieczenia materiałowo-technicznego. Z drugiej strony wzrost potrzeb cząstkowych w każdym z kolejnych stadiów staje się coraz niższy z uwagi na wpływ coraz lepszego opanowania techniki i kształtowania się coraz wydajniejszych sposobów jej wykorzystania w przyszłych okresach. Potrzeby te należy więc liczyć jako straty składane z poszczególnych stadiów rozwoju, przy czym wpływ opanowania techniki - w postaci iloczynu potrzeb w okresie wyjściowym przez

przewidywany współczynnik obniżki na jednostkę czasu / ξ /
A więc w kolejnych momentach wyjściowych / t_1, t_2, \dots, t_n /
kolejnych stadiów planowanego rozwoju układów odpowiednie po-
trzeby / $D_1, D_2, D_3 \dots D_u$ / będą:

$$D_1; D_1 + D_2 / \frac{1}{1 + \xi} /^{t_2}; D_1 + D_2 / \frac{1}{1 + \xi} /^{t_2} + D_3$$
$$\cdot / \frac{1}{1 + \xi} /^{t_3} ; D_1 + D_2 / \frac{1}{1 + \xi} /^{t_2} + \dots + D_u \cdot$$
$$/ \frac{1}{1 + \xi} /^{t_u}.$$

Wynika stąd, że $D_1 > D_2 > D_3 > \dots > D_u$.

Ponieważ syntetyczny wzór efektywności /E/ wymaga /zgodnie z założeniem podstawowym/, aby potrzeby na zabez-
pieczenie działań układu występowały w rachunku jako wielkości
stałe /sprowadzone do okresu standartowego/, zatem poszczegól-
ne wielkości $D_1, D_2 \dots D_u$ należy sprowadzić do wielkości
równoważnych, odpowiadających koncepcji rozwoju jednostadial-
nego, uwzględniając przy tym wpływ opanowania techniki przez
stan osobowy, a więc - obniżkę potrzeb w poszczególnych sta-
diach rozbudowy układu.

Jeśli przez D_y oznaczymy potrzeby stałe /składane/
w zakresie efektywności niezbędnej na zabezpieczenie materia-
łowo-techniczne działań układu na jednostkę czasu, przez D_{t_1} ,
 $D_{t_2} \dots D_{t_u}$ - analogiczne potrzeby na jednostkę czasu, lecz
liczone z uwzględnieniem rzeczywistych warunków w okresach
wyjściowych oraz przez n_k okresy trwania poszczególnych
stadiów rozwoju /przy $k = 1, 2, \dots, u$ /, to przekształcenie
wielkości zmiennych na stałe można przeprowadzić następu-
jąco:

$$D_{\psi} = \left[\sum_{k=1}^{k=n_1} D_{t_1} \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{k-1} + \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{t_2} \right.$$

$$\left. \sum_{k=t_2}^{k=n_2+t_2} D_{t_2} \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{k-1} + \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{t_3} \right.$$

.....

$$\left. \sum_{k=t_u}^{k=n_u+t_u} D_{t_u} \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{k-1} \right] \cdot \frac{(1+\psi)^{n-1}}{(1+\psi)^{n-1}}$$

... /33/

Ponieważ $C = n_1 + n_2 + \dots + n_u$, to:

$$D_{\psi} = \frac{\sum_{k=1}^{k=C} D_k \left(\frac{1}{1+\psi} \right)^{k-1}}{1 - \frac{\left(\frac{1}{1+\psi} \right)^C \cdot (1+\psi)}{\psi}}$$

... /34/

A uogólniając, przez podstawienie na miejsce A i D z wzoru /26/ odpowiednie A_{ψ} i D_{ψ} otrzymamy:

$$E = \frac{\frac{1}{T} L(1 + \tau b) \cdot D_{\psi} \cdot J_c}{A_{\psi} \cdot Z_c}$$

.... /35/

Interpretacja graficzna - zał. nr 8

x
 x x

C. Dodatkowy wzrost efektywności układu /zespołu układów/ może powstać zazwyczaj w tych przypadkach, gdy układy cząstkowe, składające się na ogólny układ, nie kończą swej żywotności w okresie przewidywanym jako maksymalny dla układu tworzonych w/g koncepcji jednostadialnej, a więc w momencie C. W praktyce takie sytuacje mogą występować wtedy, gdy planowany duży układ /lub zespół układów tego samego typu/ zastępuje się szeregiem mniejszych /cząstkowych/ tworzonych w dalszych stadiach rozwoju /załącznik nr 8/.

Wydajność układów w poszczególnych stadiach trwających $n_1, n_2, n_u/k = 1, 2, \dots u/$ wyrażona jest wielkością pól $n_1 \cdot A_{t_2}; n_2 \cdot (A_{t_3} - A_{t_2})$ itd. Ponieważ żywotność układów w/g koncepcji jednostadialnej wynosi C, zatem porównywana z nią żywotność układów wielostadialnych będzie charakteryzować się dłuższym okresem tj. C, dłuższym o czas trwania ostatniego stadium.

Wydajność na jednostkę czasu układu wielostadialnego jest w swej istocie zmienna w poszczególnych jednostkach czasu i stadiach. Przekształcenia wielkości zmiennej /na jednostkę czasu/ w stałą dokonujemy analogicznie jako w poprzednim przypadku /punkt B/. Otrzymamy więc :

$$A_{\varphi} = \left[\sum_{k=1}^{k=n_1} D_{t_1} \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^{k-1} + \sum_{k=t_2}^{k=n_2+t_2} D_{t_2} \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^{k-1} + \dots \right] \frac{(1+\lambda)^{n-1} \cdot \lambda}{(1+\lambda)^n - 1}$$

lub uogólniając:

$$A_{\varphi} = \frac{\sum_{k=1}^{k=C} D_k \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^{C-1}}{\frac{1 - \left(\frac{1}{1+\lambda} \right)^C \cdot (1+\lambda)}{\lambda}} \quad \dots/36/$$

x
x x

W oparciu o poprzednie rozważania ogólny wzór efektywności rozwoju układów zamkniętych, uwzględniający wielostadialność ich tworzenia przyjmie postać

$$E = \frac{\frac{1}{T} \cdot L' + D_y \cdot J_C}{A_y \cdot Z_C} \dots \dots \dots /37/$$

5.4. Uwagi końcowe.

Celem niniejszego rozdziału /jak również rozdziałów 3 i 4/ była próba wyodrębnienia podstawowych czynników /kategorii/ teorii efektywności układu zamkniętego oraz wyznaczenie głównych współzależności między nimi. Analiza tych czynników, uwarunkowań i współzależności powinna była doprowadzić do syntetycznego wzoru wskaźnika efektywności nakładów przeznaczonych na rozwój sił zbrojnych. Jak można łatwo stwierdzić, ani poszczególne wersje tego wzoru /9, 13, 22, 26/, ani ostateczne jego wersje /30/ i /31/ nie obejmują wszystkich elementów /wymiernych/ rachunku optymalizacji i nie wyczerpują zakresu możliwości przeprowadzonej próby analizy.

Jednym z ważniejszych momentów o charakterze metodologicznym jest niewątpliwie dyskusyjność ujęcia poszczególnych elementów wzoru, które nie w pełni jeszcze odzwierciedlają złożoną problematykę rozwoju układu w ujęciu dynamicznym. Cięży nad nimi tendencja do ujęcia ustabilizowanego /w pewnym sensie - statycznego/, jak np. przy określeniu czasu granicznego /T/.

Kategorię tę wyprowadziliśmy w oparciu o pewną wielkość wyrażającą stałą sumę nakładów przeznaczonych na wzrost efektywności układu, dążąc przy tym do maksymalizacji przyrostu jego efektywności. Z drugiej strony wiadomo, że i ta stała wielkość jest pojęciem względnym, ponieważ w kolei zależy ona od czasu granicznego, a ściślej mówiąc od ogólnej tendencji wyznaczania tego czasu dla poszczególnych rodzajów broni /przētu/ itp w zależności od stanu bazy technicznej i mocy produkcji wojennej kraju.

Podobnie przedstawia się sprawa z wyprowadzeniem współczynników: Z_c /rozd. 5.3.1 relacja /18/ i J_c /rozd. 5.3.2. relacja /25/. Wartości tych współczynników oparto na założeniu równoważności sumy przeciętnych wydajności na jednostkę czasu i sumy strat efektywności układów o różnych okresach żywotności przy tych samych stałych nakładach na ich rozwój. Powstaje więc problem: ponieważ tworzenie układów o niższych okresach żywotności wymaga mniejszych nakładów, powstaną rezerwy, które umożliwią stworzenie większej ilości takich układów, a tym samym zwiększą globalną sumę wydajności /wartość potencjału/ w skali ogólnej.

Rozważania w rozdz. 5 dotyczą ponadto stosunkowo wąskiego zakresu problemów, a mianowicie mechanizmu wpływu nakładów na wzrost efektywności układów nowotworzonych. Pominięto natomiast problematykę wpływu tych nakładów w przypadkach wprowadzania ich do układów już istniejących. Jest to, naszym zdaniem, sprawa bardziej złożona. W ramach ogólnego przyrostu efektywności tych układów należy bowiem rozpatrzeć szereg dodatkowych aspektów. Do ważniejszych z nich należą: wielkości nakładów na wzrost efektywności broni /sprzętu, urządzeń itp/ już istniejących i ich wpływ na stan efektywności nowowprowadzanych urządzeń /problem tzw. "wąskich gardeł"/, bardziej szczegółowa i dokładniejsza analiza wpływu tych nakładów na wzrost czasu granicznego starych urządzeń itp.

Należy również przewidywać, że nakłady na urządzenia stare będą najczęściej rozkładały się nierównomiernie. Główna masa nakładów obejmie działy podstawowe, a przeciw ich wydajność limitują z reguły urządzenia pomocnicze, drugorzędne. W związku z tym powstanie szereg dodatkowych trudności przy ocenie efektywności, a ponadto uzyskane wyniki mogą być bardziej niedokładne, niż przy ocenie efektywności układów nowych.

Powyższe przykłady świadczą zarówno o względności wprowadzonych założeń jak i ograniczonym zakresie rozpatrywanych problemów. Tak analizy i uzyskane na tej drodze rozwiązania traktujemy jako próbę wyznaczenia metody postępowania przy określaniu efektywności układów. Dalsze rozwinięcie problemów w sensie jego uściślenia wymaga przeprowadzenia

szeregu badań w zakresie zagadnień pochodnych, opartych na bardziej złożonej strukturze analitycznej, aniżeli zastosowana w niniejszej pracy. Ponadto - weryfikacja szeregu tez i dowodów twierdzeń związana jest z użyciem elektronowej maszyny matematycznej /cyfrowej/. Z przyczyn obiektywnych autor nie miał możliwości korzystania z jej pomocy.

6. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA RAUCHUNKU OPTYMALIZACJI DO WYZNACZANIA EFEKTYWNOŚCI.

Niniejszy rozdział stanowi próbę urealnienia przedstawionego wyżej ogólnego zarysu teorii efektywności, ściślej zastosowania rachunku optymalizacji, na przykładach dotyczących problemu wyznaczania optymalnych decyzji. Pragniemy zwrócić uwagę, że przytoczone poniżej chwytły w zakresie analizy przedmiotu nie będą pokrywały się całkowicie ze stosowanymi w poprzednich rozdziałach. Ta sama będzie natomiast ogólna idea postępowania: w jaki sposób uzyskać optymalne wyniki działań przy pomocy określonych środków w przewidywanych warunkach działania określonych sił przeciwnika. Do takiego bowiem problemu powinny sprowadzić się, naszym zdaniem, praktyczne aspekty teorii efektywności, bowiem sam fakt posiadania, czy braku przewagi materialnej nad przeciwnikiem, nawet najściślej obliczonej, nie przesądza jeszcze zagadnienia optymalizacji kryteriów wyboru najwłaściwszej decyzji odnośnie sposobu wykorzystania posiadanych sił i środków.

Pragniemy zastrzec się ponadto, że metody zastosowane w poniższych przykładach stanowią tylko nikłą część spośród możliwych do wykorzystania w nauce wojennej. Dostosowanie dla potrzeb wojska metod istniejących oraz opracowywanie nowych wchodzi bowiem w zakres rozwinięcia teorii efektywności i w zasadzie nie było celem naszej pracy.

6.1. Efektywność optymalna użycia wojsk w działaniach obronnych /zaczepnych/.

6.1.1. Założenia wstępne.

W celu uproszczenia modelu walki i jaśniejszego przedstawienia metody obliczeń wprowadzimy szereg ograniczeń dotyczących systemu obrony, możliwości nacierającego oraz wyników działań obu stron.

1. System obrony składa się z m rubieży np. w postaci pozycji, pasów, stref itp./ przy czym $i = 1, 2, \dots, m$; $m \geq 2$ / przygotowanych do obsadzenia przez M jednostek z których każda posiada techniczno-bojową wartość t_i zmieniającą

się w zależności od rubieży na której jednostka zostanie rozmieszczona. Zatem $M_i t_i$ oznacza wartość techniczno-bojową pewnej części jednostek /z ogólnego stanu M / rozmieszczonych na rubieży /i/. Stąd ogólna wartość techniczno-bojowa wojsk danego systemu obrony wyniesie:

$$T = M_1 t_1 + M_2 t_2 + \dots + M_m t_m$$

Z uwagi na różne położenie poszczególnych rubieży w systemie obrony, skuteczność broni jednostki będzie inna i wyniesie s_i . Zatem ogólny potencjał obrony i - tej rubieży wyniesie:

$$S_i = M_i \cdot s_i$$

W toku walki obronnej poszczególne jednostki obsadzające daną rubież nie mogą ze sobą współdziałać, a sposoby walki na każdej rubieży określają odmienne wartości skuteczności broni / s_i /.

2. Przeciwnik przygotowuje się do działań zaczepnych na jednym kierunku, dysponując N jednostkami n typów /gdy $j = 1, 2, \dots, n$ /, w związku z czym każda grupa jednostek odpowiadająca typowi j stosuje sobie tylko właściwy sposób ataku /natarcia/. Nacierający musi przełamywać kolejno poszczególne rubieży obrony dążąc do wprowadzenia w głąb jaknajwiększej ilości jednostek. Jest on ponadto w stanie rozpoznać /określić/ wartość potencjału obrony każdej pozycji przed jej zaatakowaniem, w związku z czym posiada możliwość dokonania takiego przegrupowania wojsk i wyboru sposobu ataku, aby jednostki wprowadzane do walki o kolejne pozycje ponosiły jaknajmniejsze straty oraz uzyskiwały maksymalne /w stosunku do swych możliwości/ obniżenie efektywności obrony zaatakowanej rubieży.

A zatem ogólna ilość jednostek strony nacierającej wynosi:

$$N = \sum_{j=1}^n N_j$$

przy $j = 1, 2, \dots, n$. Przyjmujemy ponadto, że ilość typów jednostek nacierających jest przynajmniej o 1 większa niż ilość rubieży obrony, tj. $n \geq m + 1$, czyli $j \leq m$. Stąd N_j^i określa ilość jednostek strony nacierającej uczestniczących w walce prowadzonej j -tym sposobem, które przełamały się przez /i/ rubieży obrony; czyli $N_j^0 = N_j$.

3. W wyniku rozpoznania obie strony poznały wzajemnie stany wojsk oraz ich możliwości rażenia. Obrona nie może w toku walki liczyć na pomoc sąsiadów czy przełożonego o czym atakujący również wie. Atakujący, znając skład sił obrony /potencjału obrony/ kolejno atakowanych rubieży, może zastosować sposób działania uznany przez siebie za najwłaściwszy, natomiast obrona, jakkolwiek zna ogólną ilość sił przeciwnika oraz ilość sposobów działań, nie wie ile wprowadzi się /jaki zastosuje sposób ataku/ dla opanowania każdej pozycji.

4. Nacierający zawsze obniża efektywność obrony każdej atakowanej rubieży o określoną wielkość, zależną od ilości jednostek wprowadzanych do walki i stosowanego rodzaju ataku. W składzie swych sił posiada on pewną ilość jednostek pomocniczych, które nie mają możliwości obniżenia efektywności obrony. Przyjmujemy więc, że jednostka atakująca i -tą rubież obrony i uczestnicząca w j -tym rodzaju działania /przy $j \leq i$ / jest w stanie obniżyć efektywność obrony tej rubieży o wartość E_i^j , przy czym w przypadkach szczególnych tj. na podstawie wyjściowej do ataku pierwszej rubieży j -tym sposobem działania $E_0^j = 0$, a wynik walki jednostek pomocniczym na i -tej rubieży tj. $E_i^0 = 0$. Innymi słowy: zależnie od zastosowanych przez obie strony sposobów działań na każdej rubieży, wynik obniżenia efektywności może być co najmniej równy zeru. Ogólny wynik obniżenia efektywności obrony i -tej rubieży przez jednostkę nacierającą w warunkach stosowania wszystkich rodzajów ataków, tj. gdy $j > i$ wyniesie E_i ; w przypadku szczególnym /na podstawie wyjściowej do ataku pierwszej rubieży: $E_0 = 0$.

5. Rodzaj ataku nacierającego określa nie tylko typ użytej broni i sposób jej doprowadzenia na pole walki, lecz i rubież na której była ona zastosowana po raz pierwszy. W związku z tym stosowanie jednego rodzaju broni, według tego samego sposobu, będzie określało różne rodzaje ataków zależnie od położenia rubieży w systemie obrony. Stąd / j / rodzajów ataków dla $j \leq m$ stosuje się wyłącznie dla przełamania obrony, lecz końcowy potencjał uderzeniowy /tj. zachowany przez nacierającego po przełamaniu obrony/ jednostki stosującej j -ty sposób ataku wyniesie:

$$Q_j = 0 \text{ dla } j \leq m.$$

Podstawowym zadaniem jednostek stosujących j -ty sposób ataku jest przełamanie i -tej rubieży. Jeśli nacierający jest w stanie zgrupować tylko tyle jednostek, aby uzyskać taką samą wartość efektywności jaką dysponuje obrona na i -tej rubieży to:

$$E_i^i = E_i \geq D_i^u \quad /u = 0, 1, 2, \dots, i - 1/$$

Jeśli więc $E_i^i = E_i$ to wartość optymalna sił nacierającego $N_i = 0$. W związku z powyższym we wszystkich przypadkach dla przełamania każdej rubieży przewiduje się jeden rodzaj ataku /rodzaj / i / dla rubieży / i /, gdyż ostatecznie jednostki te powinny zachować jeszcze pewien potencjał uderzeniowy do dalszych działań po przełamaniu całej głębokości danego systemu obrony. Aby więc atak miał dla nacierającego pewną wartość powinna zachodzić nierówność $n \geq m + 1$.

Warunek względem E_i wynika zatem z wymagania, aby rodzaj ataku, wywołujący najsilniejszy skutek w zakresie przełamania rubieży / i /, był przeprowadzony właśnie na tej rubieży.

6. Wartość bojowa /potencjał obrony/ dowolnej pozycji / i / określa suma zdolności wszystkich jednostek /obsadzających ją/ w zakresie rażenia /niszczenia/ celów atakujących, przy czym wartość ta nie zależy od właściwości całego systemu obrony lecz od położenia danej pozycji / i / w systemie obrony oraz od ilości wojsk obsadzających / j / . Wielkość obniżenia efektywności danej jednostki obrony wyznacza średnia wartość zdolności niszczenia /potencjału uderzeniowego/ jaką posiadają te jednostki nacierające, które przełamały obronę danej pozycji / i /, niezależnie od wyników działań tej jednostki w stosunku do jednostki atakującej ją: innymi słowy: straty efektywności danej jednostki obrony wyznacza częstość utrzymania się na polu walki jednostki atakującej poszczególne pozycje.

7. Niezależnie od stosowanego rodzaju ataku, wszystkie jednostki nacierające na daną pozycję ponoszą takie same straty, przy czym na każdej pozycji mogą ponosić różne straty /bojowe i nie bojowe/, zależnie od stosowanego rodzaju

działania i ilości jednostek wprowadzanych do walki. Ostateczny wynik natarcia określa wielkość potencjału uderzeniowego jakim będą dysponowały jednostki nacierające po przełamaniu wszystkich pozycji obrony. W związku z tym, nacierający będzie starał się stosować takie sposoby ataku każdej pozycji, aby maksymizować tę wielkość, natomiast obrona - odwrotnie - będzie dążyła do jej zminimalizowania. Ogólnie rzecz biorąc wielkość ta wyniesie:

$$Q = \sum_{j=1}^{j=n} Q_j N_j^m$$

gdy przez Q_j oznaczymy potencjał uderzeniowy końcowy jednej jednostki stosującej j -ty sposób ataku, a przez N_j^m ilość jednostek, które stosując ten sposób, przełamały m pozycji obrony /por. ograniczenie 2/.

8. Przyjmujemy następujący system prowadzenia natarcia. Jednostka atakująca pierwszą rubież obrony obniża jej wartość bojową zgodnie z możliwościami stosowania wszystkich rodzajów ataków oprócz jednego. Atakując drugą rubież, ta sama lub inna jednostka obniża jej wartość bojową również zgodnie z możliwościami stosowania wszystkich rodzajów ataków oprócz dwóch, z których jeden może być właśnie zastosowanym przy ataku pierwszej rubieży. Atakując trzecią rubież, jednostka obniża jej wartość bojową podobnie, a więc zgodnie z możliwościami stosowania wszystkich rodzajów ataków, oprócz trzech, z których dwa napewno były stosowane na poprzednich dwóch rubieżach itd. W związku z tym wybór sposobu natarcia na każdą rubież dokonuje się na podstawie stale dokonywanego podziału ogólnej ilości jednostek według rodzajów ataku z punktu widzenia stale malejących możliwości własnych wojsk oraz zależnie od wartości potencjału obrony atakowanej rubieży.

9. Rzeczywistą wartość liczbową strat efektywności wyznacza funkcja wyrażająca stosunek potencjału obrony każdej rubieży do stopnia obniżenia jej efektywności w wyniku działań przeciwnika. Funkcję tę określa ta część jednostek, spośród wszystkich nacierających na daną rubież,

która zdoła ją przełamać i uzyskać gotowość do dalszych działań na następnej rubieży. W skład tej funkcji wchodzi również pewne zależności k_i i q_i wynikające ze stosowanych rodzajów działań przez nacierającego i obronę na danej rubieży.

10. Na każdej rubieży nacierający ponosi, oprócz strat bojowych, również straty niebojowe, których wielkość określa odpowiedni współczynnik.

Zatem, przez p_i oznaczymy tę część jednostek spośród nacierających, które na i -tej rubieży nie poniosły strat bojowych, a przez P_i - część jednostek nacierającego, które na i -tej rubieży nie poniosły żadnych strat. W sytuacji początkowej $P_0 = 1$. Straty bojowe i niebojowe wojsk obrony dotyczą obniżania się wartości ich potencjału obronnego.

6.1.2. Sformułowanie zadania.

W świetle powyższych założeń charakteryzujących system walki i możliwości bojowe obu stron, zadanie polega na określeniu optymalnych sposobów działań obrony i strony nacierającej.

Jako kryterium efektywności programów działań obu stron przyjmujemy minimalne straty jakie należy ponieść w celu zadania przeciwnkowi maksymalnych strat, w warunkach braku współdziałania między jednostkami obsadzającymi poszczególne rubieże obrony.

Innymi słowy - stosując metodę kolejnych przybliżeń - na podstawie określanych w przybliżeniu optymalnych sposobów działań nacierającego, wyznaczać w przybliżeniu optymalne sposoby działań obrony, minimizując funkcję rozkładu ogólnej wartości techniczno-bojowej wojsk obrony $/T/$ na poszczególne rubieże. Funkcja celu powinna określić wartość potencjału uderzeniowego jaki nacierający zachowa po przełamaniu całego systemu obrony w warunkach stosowania przez obie strony w przybliżeniu optymalnych sposobów działań.

6.1.3. Sformułowanie modelu.

Ponieważ w modelu zadania należy uwzględnić rodzaje ataków nacierającego na poszczególne rubieże obrony, zatem do relacji modelu muszą wejść dodatkowe ograniczenia uściślające wprowadzone na^wstępie założenia ogólne.

Warunki modelu

1. Zgodnie z założeniem /7/ wszystkie rodzaje jednostek nacierających na i-tą rubież ponoszą jednakowe straty. W związku z tym, uwzględniając założenia /2/ i /10/, ogólna ilość jednostek nacierających, które stosując /j/ rodzajów ataków brały udział w przełamaniu i-tej rubieży i nie poniosły żadnych strat wyniesie:

$$N_j^i = P_i, \dots, P_i N_j;$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n.$$

2. Tę część jednostek, spośród ogólnej ilości nacierających na i-tą rubież, które nie poniosła na niej żadnych strat bojowych można przedstawić w postaci ogólnej:

$$P_i = 1 - k_i \frac{1}{q_i + z_i} \dots \dots \dots /1/$$

przy założeniu, że $k_i > q_i$, a z_i wyrazi stosunek strat efektywności i-tej rubieży do ogólnej wartości potencjału obronnego tej rubieży, czyli:

$$z_i = \frac{E_i \sum_{u=i+1}^n N_u^{i-1} + \sum_1^i E_i^u N_u^{i-1}}{S_i} \dots \dots /2/$$

Ponieważ funkcja p_i nie może być malejącą względem N_j , gdyż z reguły w miarę rozwoju walki bezwzględna wielkość strat nacierającego rośnie, zatem ten warunek spełniają wartości k_i , q_i i z_i .

Wartość p_i powinna mieścić się w granicach od 0 do 1 /założenie 10/ w związku z czym w przypadkach, gdyby osiągała ona wartość mniejszą od zera, będziemy przyjmowali ją jako równą zeru, a gdy - większą od 1 - jako równą 1.

Oдноśnie wyrażenia z_i /2/: pierwszy wyraz licznika określa /założenie 4/ ogólną stratę efektywności obronny na głębokość rubieży $i-1$ spowodowaną przez N_u^{i-1} jednostek przeciwnika, które /zgodnie z założeniem 8/ dysponowały $n - /i+1/$ sposobami działań; drugi wyraz określa ogólną stratę efektywności i-tej rubieży spowodowaną przez tę samą

ilość jednostek. W mianowniku występuje ogólna wartość potencjału obrony i -tej rubieży.

3. Zakładamy, że wszystkie rodzaje ataków z wyjątkiem $j = 1, 2, \dots, i$ wywołują jednakowe obniżenie efektywności obrony i -tej rubieży, a w związku z tym funkcję p_i można przedstawić w zależności od N_i .

z_i przyjmie wtedy postać funkcji:

$$z_i = \prod_{v=0}^{i-1} P_v \frac{NE_i + \sum_{u=0}^{i-1} (E_i^u - E_i) N_u + (E_i^j - E_i) N_i}{S_i}$$

gdzie $\prod_{v=0}^{i-1} P_v$ jest topologicznym iloczynem mnogości P_v

w granicach od 0 do $i - 1$; NE_i - wartością obniżenia efektywności i -tej rubieży przez wszystkie jednostki biorące udział w natarciu i stosujące j -ty sposób ataku /przy $j > i$ /. Drugi wyraz licznika określa ogólną sumę strat efektywności obrony na rubieżach $i - 1$ wywołaną przez N jednostek stosujących / u / sposobów ataku [$u = 1, 2, \dots, /i-1/$]. Trzeci wyraz licznika oznacza ogólną stratę efektywności i -tej rubieży wywołaną przez N jednostek nacierających na tę rubież / N_i / i stosujących j -ty sposób ataku.

Uwzględniając powyższe ograniczenia dla z_i wprowadzamy dalsze warunki modelu.

4. Zgodnie z założeniami /2/ i /7/ końcowy potencjał uderzeniowy Q_j jednej jednostki stosującej j -ty sposób ataku będzie równy zero, gdy $j \leq m, n \geq m + 1$.

5. Zgodnie z założeniem /4/ ogólna wartość obniżenia efektywności i -tej rubieży przez jedną jednostkę uczestniczącą w j -tym rodzaju ataku, gdy $j \leq i$, wyniesie:

$$E_i^j \geq (E_i, E_i^1, E_i^2, \dots, E_i^{j-1}) \max \dots /4/$$

6. Zgodnie z relacjami przedstawionymi w powyższych warunkach modelu oraz w nawiązaniu do ograniczenia /7/ końcowa wartość potencjału nacierającego / Q / jakim będzie dysponował po przekłamaniu całego systemu obrony można przedstawić w postaci:

$$Q = f / N_1, N_2, \dots, N_n; M_1, M_2, M_{m-1} / .$$

Wyrażenie M_m można z powyższego wzoru wyłączyć na podstawie równania:

$$M_m t_m = q - M_1 t_1 - M_2 t_2 - \dots - M_{m-1} t_{m-1},$$

gdyż $M_m t_m$ jest monotoniczną funkcją wzrastającą od M_m dla dowolnej, lecz nie absurdalnej, sytuacji.

6.1.4. Rozwinięcie modelu.

Pierwszą czynnością w zakresie analizy położenia będzie wyznaczenie optymalnego sposobu działania dla nacierającego /który oznaczymy przez $\bar{N}_j = \bar{N}_1, \bar{N}_2, \dots, \bar{N}_n$ / jako funkcję względem:

$$M_1, M_2, \dots, M_{m-1},$$

czyli:

$$\bar{N}_j = F / M_1, M_2, \dots, M_{m-1} / .$$

Wartość N_j maksymizuje Q , które w tym przypadku jest również funkcją od $M_1, M_2, \dots, M_{m-1} /$. Z kolei optymalny sposób działania obrony określa również zbiór M_1, M_2, \dots, M_{m-1} , który minimizuje wartość wyrażenia dla Q .

Wyznaczenie wartości $\bar{N}_j = \bar{N}_j / M_j, M_2, \dots, M_{m-1} /$ bezpośrednio z reakcji dla $Q = Q / N_1, N_2, \dots, N_n; M_1, M_2, \dots, M_{m-1} /$ wymaga niezwykle złożonej pracy rachunkowej. Można jednak stosunkowo łatwo wyznaczyć w przybliżeniu optymalny sposób działania każdego z przeciwników przy pomocy pewnych kryteriów oceny przybliżonej o dostatecznie dokładnych wynikach. Metoda ta polega na tym, że najpierw rozpatruje się rubież 1, obliczając dla niej kryterium oceny siły bojowej jednostek nacierającego, ocalałych po jej przełamaniu. Kryterium to jest funkcją od N_1 i nie zależy od N_2, \dots, N_n . \bar{N}_1 uzyskuje więc wartość N_1 , która maksymizuje funkcję siły bojowej jednostek nacierającego ocalałych po przełamaniu rubieży 1. Przybliżone wyrażenie dla N_1 przybiera wówczas postać dość prostej funkcji analitycznej od M_1, M_2, \dots, M_{m-1} . Po obliczeniu $N_1 = \bar{N}_1$ przystępuje się do określenia kryterium siły bojowej jednostek nacierającego

ocalałych na rubieży 2. Kryterium to jest funkcją od N_2 lecz nie zależy od N_3, \dots, N_n . Zatem w treści \bar{N}_2 występuje ta wartość N_2 , która z kolei maksymizuje kryterium siły bojowej dla rubieży 2.

Uogólniając: jeśli znane są

$$N_1 = \bar{N}_1, \dots, N_{i-1} = \bar{N}_{i-1}$$

to kryterium oceny siły bojowej jednostek bojowych, ocalałych na i -tej rubieży, przyjmie postać funkcji od N_i i nie zależy od N_{i+1}, \dots, N_n . Wielkość optymalna \bar{N}_i przyjmie tę wartość N_i , która maksymizuje kryterium siły bojowej jednostek dla i -tej rubieży. W ten sposób otrzymamy wyrażenia dla $\bar{N}_1, \dots, \bar{N}_n$. Przy $j > m$ wszystkie N_j są równe zeru, z wyjątkiem tych, dla których Q_j przybiera wartość maksymalną.

Dowolny, lecz dopuszczalny rozkład jednostek bojowych $/N - \bar{N}_1 \dots - \bar{N}_m/$, spośród możliwych $\bar{N}_j \neq 0/$ przy $j > m/$ nie użytych do przełamywania obrony poszczególnych rubieży, jest rozwiązaniem optymalnym. W ten sposób przy zastosowaniu powyższych kryteriów otrzymaliśmy stosunkowo łatwą metodę wyznaczania $\bar{N}_1, \bar{N}_2, \dots, \bar{N}_n$.

Rozpatrzmy z kolei określenie kryteriów siły bojowej jednostek nacierającego, ocalałych na i -tej rubieży $/1 \leq i \leq m/$. W wyniku uogólnienia, otrzymaliśmy:

$$N_1 = \bar{N}_1, \dots, N_{i-1} = \bar{N}_{i-1}$$

jako znane funkcje od M_1, \dots, M_{m-1} . Z modelu matematycznego otrzymamy /por. relacja p_i w/g warunki /2/ i z_i w/g warunku /3/ /:

$$P_i = 1 - k_i \frac{1}{q_i + \prod_{v=0}^{i-1} P_v} \frac{NE_i + \sum_{u=0}^{i-1} (E_i^u - E_i) \bar{N}_u + (E_i^j - E_i) N_i}{S_i}$$

ponieważ P_i c_i p_i jest funkcją od N_i i nie zależy od N_{i+1}, \dots, N_n . Przez c_i oznaczamy współczynnik ocalałych jednostek nacierającego, w wyniku strat bojowych i niebojowych poniesionych na i -tej rubieży. W wyniku obliczenia wielkości optymalnych $\bar{N}_1, \dots, \bar{N}_{i-1}$ i N_i , wielkości N_{i+1}, \dots, N_n

staną się jednak poprzednio, liczbami dowolnymi; powinny one być przy tym dodatnie, całkowite i spełniające warunek:

$$N_{i+1} + \dots + N_n = N - \bar{N}_1 - \dots - \bar{N}_{i-1} - N_i$$

Ponieważ nie możemy rozróżnić jednostek nacierającego typu $j/$ przy $j > i/$, ocalałych na rubieży i -tej, według kryterium ich siły bojowej, zatem przy opuszczaniu i -tej rubieży ich siłę bojową będziemy obliczali jednakowo. Stąd, siłę bojową ogólną jednostek typów $n > i$, w danym stadium działania, można przedstawić następująco:

$$\left(\prod_{v=1}^i P_v \right) \left(N - \bar{N}_1 - \dots - \bar{N}_{i-1} - N_i \right)$$

Gdyby wartość siły bojowej względnej K_i^u jednostki nacierającej typu $u / u \leq i/$, ocalałej na rubieży i -tej, była znana /w porównaniu z wartością siły bojowej jednostek typu $j > i/$, to \bar{N}_i odpowiadało by takiej wartości N_i , która maksymizowała by wyrażenie:

$$\left(\prod_{v=1}^i P_v \right) \left(N - \bar{N}_1 - \dots - \bar{N}_{i-1} - N_i + K_i^i N_i + \sum_{u=0}^{i-1} K_i^u N_u \right)$$

Wyrażenie to jest funkcją od N_i i nie zależy od N_{i+1}, \dots, N_n . Wartość K_i^u można wyznaczyć w przybliżeniu, rozpatrując jednostki nacierające typu u , jako równoważne jednostkom typu $i + 1$ przy $i < m$. Efektywność przełamania rubieży $i + 1$ przez jednostkę typu u wynosi $E_i^u + 1$, gdy w tym samym czasie dla jednostek typu $i + 1$ wynosi ona E_{i+1}^{i+1} . A zatem uzasadniony będzie wybór:

$$K_i^u = \frac{E_i^u}{E_{i+1}^{i+1}} \quad /u = 1, \dots, i < m/$$

jeśli wartość końcowa tego wyrażenia nie będzie zbyt duża /np. przeciętnie $\leq 1/2$ /. Jeśli $i = m$, to $K_i^u = 0$, gdyż w tym przypadku jednostki nacierające typu $u \leq m$ straciły wszelką wartość /w/g oznaczenia $K_i^0 = 0/$. Ograniczenie wielkości $K_i^u \leq 1/2$ nie stanowi o jej sensie.

W sytuacjach wyjątkowych wartość siły bojowej niewykorzystanej jednostki strony nacierającej, nie przekracza bowiem dwu

krotnej wartości siły bojowej jednostki, która już zrealizowała swoje podstawowe zadanie.

Rozpatrzmy z kolei sposób wyznaczania optymalnej postaci \bar{N}_i /j = i ≤ m/.

Jeśli $E_i^i = E_i$, to $\bar{N}_i = 0$, agdy $E_i^i \neq 0$,

to mogą wystąpić dwa przypadki.

W pierwszym przypadku:

$$\bar{N}_i /M_1, M_2, \dots, M_{n-1}/ = 0$$

Drugi przypadek: gdy $\bar{N}_0 = 0$. Wydaje się konieczne rozpatrzenie tego przypadku bardziej szczegółowo. Określają go dwa warunki.

1/ Zgodnie z drugim warunkiem modelu p_i jest funkcją rosnącą od N_i dla wartości dopuszczalnych N_i .

2/ Zgodnie z piątym warunkiem modelu

$$E_i^i \geq \max [E_i^1, \dots, E_i^{i-1}] ,$$

gdyż wyrażenie zawarte w relacji z_i /warunek trzeci/ jest równe zero, a mianowicie:

$$\left(\prod_{v=0}^{i-1} p_v \right) \frac{E_i^i - E_i}{S_i} = A_i = 0 \quad /7/$$

W związku z tym suma z $A_i N_i$ i pozostałej części wyrażenia z_i , tj.:

$$q_i + \left(\prod_{v=0}^{i-1} p_v \right) \frac{NE_i + \sum_{u=0}^{i-1} (E_i^u - E_i) \bar{N}_u}{S_i} = B_i \quad /6/$$

czyli $B_i + A_i N_i$, powinna być również funkcją rosnącą od N_i , przy czym dla dopuszczalnych wartości N_i nie powinna zmieniać znaku. Gdy $A_i = 0$, to nacierający nie uzyska żadnego efektu w zakresie przełamania obrony jeśli tylko zastosuje i-ty sposób ataku; stąd $N_i = 0$. A zatem $A_i = 0$ jest monotoniczną funkcją malejącą od N_i , gdy wartością minimalizowaną jest $N_i = 0$.

Należy jeszcze rozpatrzyć przypadek, gdy $A_i > 0$.

Wtedy, jak już wspomniano powyżej, wyrażenie $B_i + A_i N_i$ jest

funkcją rosnącą od N_i , przy czym dla wszystkich dopuszczalnych wartości N_i znak funkcji nie zmienia się. Jeśli $k_i = 0$ lub $A_i = 0$ to dla wszystkich dopuszczalnych wartości N_i wartość p_i powinna być bezwzględnie równa 1. Dla $k_i = 0$ jest to oczywiste. Jeśli $B_i < 0$, to k_i powinno być bezwzględnie dodatnie, gdyż $A_i > 0$, a zero jest dla N_i wartością dopuszczalną. Wynika stąd, że dla wszystkich dopuszczalnych wartości N_i wartość P_i powinna wynosić co najwyżej 1.

Analogiczne rozważania, jak dla powyższego przypadku $A_i = 0$, wykażą również że $N_i = 0$ jeśli $A_i > 0$, lecz wtedy $k_i < 0$ lub $B_i < 0$.

Na zakończenie powyższej dygresji uzasadniającej ogólne warunki optymalizacji sposobu działań nacierającego, rozpatrzmy przypadek, gdy $A_i > 0$, $k_i \neq 0$, $B_i \geq 0$. Wtedy również $B_i + A_i N_i$ będzie monotoniczną funkcją od N_i wzrastającą, dodatnią. Wynika stąd, że $k_i > 0$ i odpowiada $p_i < 1$ dla wszystkich dopuszczalnych N_i . Wyznaczając wielkość N_i , która jak wiemy, zapewnia kryterium maksymalną wartość, można wprowadzić p_i w pełnej postaci /nie skróconej/. Takie postępowanie jest dopuszczalne, gdyż wyklucza się powstawanie w tym samym czasie sytuacji w których $p_i = 0$, a występujących w związku z innymi okolicznościami.

Jeśli w ten sposób wyłączymy mnożniki nie zerowe /niezależne od N_i / dojdziemy do zagadnienia wyznaczania wielkości N_i przy której funkcja

$$\left[1 - \frac{k_i}{B_i + A_i N_i} \right] (D_i - C_i N_i) \dots \dots /8/$$

osiąga maksimum dla przyjętych $\bar{N}_1, \dots, \bar{N}_{i-1}$; oznaczamy przy tym:

$$C_i = 1 \cdot K_i^i \geq \frac{1}{2}$$

$$\text{oraz } D_i = N - \sum_{u=0}^{i-1} (1 - K_i^u) \bar{N}_u \quad (\bar{N}_0 = 0)$$

Rozpatrując wyrażenie /8/ jako funkcję od N_i , określimy jej względne maksimum przez różniczkowanie /8/ względem N_i . W ten sposób otrzymamy warunek uzyskania wartości maksymalizującej wartość N_i , a mianowicie:

$$\frac{A_i k_i (D_i - C_i N_i)}{(B_i + A_i N_i)^2} - C_i \left(1 - \frac{D_i}{B_i + A_i N_i} \right) = 0$$

przy czym dla dopuszczalnych wartości N_i suma $B_i + A_i N_i \neq 0$. Po skróceniu współczynników nierównych zeru i uporządkowaniu, otrzymamy:

$$(B_i + A_i N_i)^2 = k_i \left(B_i + \frac{D_i A_i}{C_i} \right);$$

stąd:

$$N_i = \frac{1}{2} - \frac{B_i}{A_i} + \frac{1}{A_i} \sqrt{k_i \left(B_i + D_i \frac{A_i}{C_i} \right)} \quad /9/$$

Wynika stąd, że jeśli dla N_i istnieje wielkość dopuszczalna, która wyrażeniu /8/ nadaje wartość względnego maksimum, to będzie ona równa największej liczbie całkowitej występującej w wyrażeniu /9/.

Jeśli natomiast liczba ta będzie ujemna, oznacza to, że dla $N_i < 0$ względne maksimum wyrażenia /9/ nie istnieje, a wartością maksymalizującą będzie $N_i = 0$. Jeśli wartość wyrażenia /9/ będzie większa od zera, to wybór między $\bar{N}_1 = 0$ i \bar{N}_1 równym wyrażeniu /9/ można oprzeć na podstawie zwykłego zrównania wartości $p_i/D_i - C_i N_i$ dla obu przypadków.

Wartości dopuszczalne N_i posiadają zatem, jako górną granicę

$\frac{D_i}{C_i}$. Granica ta jednak nie określa możliwej wartości N_i ,

gdyż kryterium jest równe zeru tylko w przypadku gdy

$$N_i = \frac{D_i}{C_i}.$$

Wróćmy jednak do poprzedniego zagadnienia dotyczącego sposobu wyznaczania postaci optymalnej \bar{N}_i / $j = i \leq m$ /, a przede wszystkim - do drugiego przypadku, tj.: gdy $E_i^1 \neq 0$ to $\bar{N}_i = 0$ lub też \bar{N}_i przyjmie wartość określoną przez wyrażenie /9/.

Jak wynika więc z przeprowadzonych rozważań, $\bar{N}_i = 0$ wtedy i tylko wtedy, gdy:

- a/ wartość wyrażenia /9/ jest ujemną, lub
- b/ wielkość $/D_i - C_i N_i/ p_i$ nie przekracza wartości wyrażenia /9/ przy $N_i = 0$.

x
x x

W ten sposób uzyskaliśmy możliwość wyznaczania wielkości potencjału wojsk nacierających, jakim będą jeszcze dysponowały po przełamaniu całego systemu obrony, tj.:

$$Q = Q /M_1, \dots, M_{m-1}/$$

przy czym - niezależnie od:

$$\bar{N}_{m-1}, \dots, \bar{N}_m .$$

A więc, znając:

$$\bar{N}_1 = \bar{N}_1(M_1, \dots, M_{m-1}), \dots, \bar{N}_m = (M_1, \dots, M_{m-1})$$

można określić końcową wartość potencjału nacierającego, a mianowicie:

$$Q = \left(\max_j Q_j \right) \left(\prod_{v=1}^m P_v \right) (N - \bar{N}_1 - \dots - \bar{N}_m)$$

/gdzie $N_1 = \bar{N}_1, \dots, N_m = \bar{N}_m$ zawarte jest w wyrażeniach dla P_1, \dots, P_m /, przy czym zupełnie niezależnie od wartości $\bar{N}_{m+1}, \dots, \bar{N}_m$.

Należy jeszcze wyznaczyć dopuszczalny zbiór wartości M_1, \dots, M_{m-1} minimizujących Q . Zagadnienie to można rozwiązać różnymi metodami, np. kolejnych przybliżeń, iteracji itp. Wykorzystanie minimizującego zbioru wartości M_1, \dots, M_{m-1} stwarza możliwość zastosowania najlepszego sposobu działania

obrony we wszelkich dopuszczalnych przypadkach działania strony nacierającej i stąd można go uważać jako sposób optymalny. Załóżmy, że obrona zastosuje ten sposób działania. Wówczas maksymalna wartość Q uzyskana przez nacierającego będzie w przybliżeniu równa wartości, którą otrzyma się przy zastosowaniu wyrażen wyprowadzonych dla \bar{N}_j , ponieważ wartość \bar{N}_j określa warunek, aby dla danego zbioru M_1, \dots, M_{m-1} potencjał $/Q/$ uzyskał wartość maksymalną.

W zasadzie możnaby na tym zakończyć rozważania dotyczące matematycznej strony sformułowania modelu rozpatrywanego zadania. Model pozwala wyznaczać w przybliżeniu optymalne sposoby działań nacierającego i obrońcy. Jeśli jednak system obrony składa się z dużej ilości rubieży $/m/$ to zastosowanie powyższej metody obliczeń wymaha poważnego wkładu pracy. Jednakże, w porównaniu z obliczeniami dokonywanymi dla każdej strony oddzielnie, zastosowanie przytoczonej metody analitycznej dla wyznaczania optymalnych sposobów działań nacierającego, zmniejsza zakres obliczeń, gdyż dotyczą one tylko jednego z przeciwników.

6.1.5. Przykład zastosowania przedstawionego modelu.

Celem poniższego przykładu jest, z jednej strony, zilustrowanie samej metody, z drugiej - wykazanie wielkości strat, jakie może ponieść każdy z przeciwników w przypadku zastosowania minimalnego stosunku techniczno-bojowej. wartości jednostki do efektywności, zamiast optymalnego sposobu działań obrony.

Niech system obrony składa się z dwóch rubieży $/m=2/$, dla których przełamania nacierający stosuje 4 rodzaje ataków $/n = 4/$.

Wychodzimy z podstawowych relacji dla p_i tj. $/1/$ i $/2/$ zawartych w drugim ~~warunku~~ warunku modelu. W postaci rozwiniętej relacja p_i oparta jest na poissonowskiej aproksymacji podwójnego rozkładu prawdopodobieństw. Rozkład ten odzwierciedla wyidealizowaną sytuację w której wszystkie jednostki nacierającego i obrońcy są od siebie statystycznie niezależne. Ponadto, prawdopodobieństwo, że dana jednostka obrony zaatakuje daną jednostkę przeciwnika jest jednakowe dla wszystkich kombinacji z jednostek obrony i przeciwnika i nie zależy od tego, czy dana

jednostka strony nacierającej była atakowana i zniszczona czy też nie.

Ponieważ przy tak małych wielkościach jak $m = 2$ i $n = 4$ uzyskuje się wielkości strat względnych z mniejszą dokładnością, niż gdyby stosować liczby kilkakrotnie większe /w zasadzie bardziej zbliżone do rzeczywistych warunków/, to jednak gdy przyjmiemy wartości współczynników $k_i = 1,17$ i $q_i = 0,86$ otrzymamy dostateczny stopień przybliżenia. Podstawiając je do relacji dla p_i /1/ i /2/ otrzymamy:

$$P_i = 1 - 1,17 > \frac{1}{0,86 + \frac{E_i \sum_{u=i+1}^4 N_u^{i-1} + \sum_{u=1}^2 E_i^u N_u^{i-1}}{S_i}}$$

Wprowadźmy pozostałe oznaczenia rozpatrywanego przykładu.

Niech techniczno-bojowa wartość jednostki obrony na pierwszej rubieży wynosi $t_1 = 1,0$, a na drugiej $t_2 = 0,25$; zdolność niszczenia przeciwnika przez jedną jednostkę obrony na pierwszej rubieży, tj. $s_1 = 0,4$, a na drugiej - $s_2 = 0,2$; ogólna wartość wojsk danego systemu obrony tj. $T = 3000$ jednostek techniczno-bojowych; ogólna ilość jednostek nacierających, tj. $N = 500$; ogólny wynik obniżenia efektywności obrony pierwszej rubieży przez jednostkę atakującą i stosującą wszystkie rodzaje ataków, tj. $E_1 = E_2 = 1$, przy czym również obniżenie efektywności pierwszej rubieży przez jednostkę stosującą drugi sposób ataku tj.: $E_1^2 = E_2^1 = 1$; odpowiednio: $E_1^1 = 3$ i $E_2^2 = 10$; współczynnik określający tę część jednostek strony nacierającej, która ocalała po zadaniu jej strat bojowych i niebojowych na pierwszej rubieży, tj.: $c_1 = 1$ i odpowiednio na drugiej rubieży - $c_2 = 1$; współczynnik potencjału uderzeniowego jakim będzie dysponowała jednostka stosująca pierwszy lub drugi sposób ataku, tj. $Q_1 = Q_2 = 0$ i odpowiednio: $Q_3 = 0,8$, $Q_4 = 1$ jednostek potencjału uderzeniowego.

Nakłady jednostkowe jakie musi wnieść nacierający w celu przełamania każdej rubieży wynoszą: na rubieży pierwszej:

$$\frac{3000 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0}{0,4 \cdot 500 \cdot 3} = 2,5;$$

na rubieży drugiej:

$$\frac{3000 \cdot 0,25}{0,2 \left[500 - /0,4 \cdot 500/ \right] \cdot 10} = 1,25,$$

czyli nakład na przełamanie pierwszej rubieży jest 2 krotnie większy niż - drugiej. Widzimy więc, że w związku z kryterium minimalizacji wartości tego nakładu podzielonego przez efektywność przełamania rubieży, optymalny sposób działania obrony powinien polegać na tym, aby pierwszej rubieży nie obsadzać /czyli $M_1 = 0$ /, natomiast na drugiej - skupić całość swego potencjału obrony /czyli $M_2 = \frac{3000}{0,25} = 12.000$ /.

Z kolei należy sprawdzić stopień optymalności tego sposobu działania z punktu widzenia ponoszonych strat.

/okaże się bowiem, że właśnie z tego względu powyższy sposób działania, tj. $M_1 = 0$, $M_2 = 12.000$, nie może być uważany jako optymalny/.

Należy zacząć od obliczenia $\bar{N}_1 = \bar{N}_1 / M_1$. N_1 może być równe zeru lub wielkości wyrażenia /9/ przy $i = 1$. Odpowiednie czynniki wyrażenia /9/ będą:

$$k_1 = 1,17, D_1 = N = 500, C_1 = 1 - \frac{E_2^1}{E_2} = 1 - \frac{1}{10} = 0,9,$$

$$B_1 = q_1 + \frac{N E_1}{s M_1} = 0,86 + \frac{500 \cdot 1}{0,4 \cdot M_1} = 0,86 + \frac{1250}{M_1}$$

$$A_1 = \frac{E_1^1 - E_1}{s_1 \cdot M_1} = \frac{3 - 1}{0,4 \cdot M_1} = \frac{5}{M_1}$$

Podstawiając powyższe do wyrażenia /9/, otrzymamy:

$$N_1 = -249,5 - 0,172M_1 + \sqrt{188,5 M_1 + 0,4025 M_1^2} \dots\dots /10/$$

Jeśli wyrażenie /10/ przyjmie wartość ujemną, lub gdy wyrażenie $p_1/D_1 - C_1 N_1$ osiągnie wartość większą przy $N_1 = 0$ niż przy N_1 równym wartości wyrażenia /10/, to przyjmiemy $\bar{N}_1 = 0$.

Z kolei wyznaczmy wartości $N_2 = N_2/M_2/$ dla obliczonej już wartości $\bar{N}_1 = \bar{N}_1/M_1/$.

Zatem

$$M_2 = \frac{3000 - M_1}{0,25}$$

oraz

$$k_2 = 1,17, D_2 = N - \bar{N}_1 = 500 - \bar{N}_1, C_2 = 1 - k_2^2 = 1$$

$$P_1 = 1 - 1,17 \frac{1}{0,86 + \frac{1250 + 5M_1}{M_1}} \quad / \text{przy } 0 \leq P_1 \leq 1$$

$$B_2 = q_2 + P_1 \frac{N E_2 + / E_2^1 - E_2 /}{s_2 M_2} = 0,86 + \frac{625 P_1}{3000 - M_1}$$

$$A_2 = P_1 \frac{E_2^2 - E_2}{s_2 M_2} = \frac{11,25 P_1}{3000 - M_1}$$

Analogicznie, jak poprzednio przy \bar{N}_1 , \bar{N}_2 może być równe zero lub wyrażeniu /9/ przy $i = 2$, czyli, po podstawieniu i dokonaniu szeregu przeliczeń:

$$N_2 = -55 - \frac{0,0764 / 3000 - M_1 /}{P_1} +$$

$$+ \sqrt{\frac{/57,6 - 0,104 \bar{N}_1 / \cdot /3000 - M_1 /}{P_1} + \frac{0,00795 / 3000 - M_1 / ^2}{P_1^2}}$$

..... /11/

\bar{N}_2 przyjmie wartość zerową, jeśli wyrażenie /11/ będzie ujemne, lub gdy wartość $P_2 / D_2 - C_2 N_2 /$ będzie większa przy $N_2 = 0$ od wartości uzyskanej przy N_2 z wyrażenia /11/.

Jeśli \bar{N}_1 i \bar{N}_2 są znane, to łatwo określić optymalny sposób działania przeciwnika. Wielkość \bar{N}_3 jest równa zero, gdyż $P_3 < P_4$. Zatem $\bar{N}_4 = N - \bar{N}_1 - \bar{N}_2 = 500 - \bar{N}_1 - \bar{N}_2$.

Wreszcie, można wyznaczyć optymalny sposób działania obrony. Oznaczmy go przez \bar{M}_1, \bar{M}_2 . Ponieważ $\max Q_j = \text{const}$, to \bar{M}_1 jest taką wartością M_1 , która minimizuje wyrażenie

$$/P_1 P_2/ \quad /500 - \bar{N}_1 - \bar{N}_2 / , \dots /12/$$

przy czym P_1 jest tym samym czynnikiem, który zastosowaliśmy przy wyznaczaniu \bar{N}_2 , natomiast:

$$P_2 = 1 - 1,17 \cdot \frac{1}{8,86 + \frac{625 + 11,25 \bar{N}_2}{3000 - M_1}}$$

$$/przy \ 0 \leq P_2 \leq 1/.$$

A więc po sprawdzeniu wiemy, że w zakresie wartości dopuszczalnych dla M_1 , wyrażenie /12/ posiada tylko jedno względne minimum.

Obliczenie \bar{M}_1 polega na wykonaniu działań wyrażenia /12/ przy podstawieniu szeregu wartości M_1 zbliżonych do wartości minimizującej. \bar{M}_1 można również określić graficznie przy wprowadzeniu rozpatrzonych już wartości M_1 i odpowiednich wartości wyrażeń /12/.

Rozpatrzmy przypadek gdy $M_1 = 0$. Jest to właśnie ten sposób obrony dla którego, jako kryterium efektywności, przyjmuje się stosunek wartości techniczno-bojowej jednostki w obronie $/t_1/$ do możliwości przełamania jednej rubieży $/s_1/$. W związku z tym wyrażenie /10/ będzie ujemne, gdyż $\bar{N}_1 /o/ = 0$, a przy $M_1 = 0, P_1 = 1$. W rezultacie $\bar{N}_2 /o/$ będzie równe: bądź zeru, bądź wyrażeniu:

$$-55 - 0,0764 /3000/ + \sqrt{57,6 /3000/ + 0,00795 / 3000/2} \approx 209.$$

Dla $N_2 = 0$ wyrażenie $p_2 /D_2 - C_2 N_2/$ jest równe zeru, a dla $N_2 = 209$ wynosi ono 107. Odpowiednio w przypadku $M_1 = 0$ przybliżone wartości optymalnego sposobu działania przeciwnika będą:

$$\bar{N}_1 = 0; \bar{N}_2 = 209; \bar{N}_3 = 0; \bar{N}_4 = 291.$$

W ten sposób przy $\max Q_j = 1$ i $D_2 = P_1 = 1$, wielkość $Q = Q/o/ = 107$. Innaczej mówiąc: w przypadku $M_1 = 0$ nacierający zachowa, po przełamaniu całego systemu obrony, 107 jednostek potencjału uderzeniowego.

Rozpatrzmy z kolei przypadek gdy $M_1 = 1500$.
Wtedy $\bar{M}_1 / 1500 /$ byłoby równe: bądź zeru, bądź wartości
wyrażenia:

$$= 249,4 - 0,172 / 1500 / + \sqrt{ / 188,5 / 1500 / + 0,04025 / 1500 / ^2 } = \approx 103.$$

Dla $N_1 = 0$ wyrażenie $p_1 / D_1 - C_1 N_1 / = 155$, a dla $N_1 = 103$
odpowiednio wyniesie 173. W ten sposób $\bar{N}_1 / 1500 / = 103$, $P_1 =$
 $= 0,425$. Analogicznie, $\bar{N}_2 / 1500 /$ będzie równe: bądź zeru,
bądź wartości wyrażenia:

$$= 55 \frac{0,0764 / 1500 /}{0,425} + \sqrt{ \frac{46,9 / 1500 /}{0,425} + \frac{0,00795 / 1500 / ^2}{0,425^2} } \approx 188.$$

Dla $N_2 = 0$ wyrażenie $p_2 / D_2 - C_2 N_2 / = 33$, a dla $N_2 = 188$
odpowiednio wyniesie 188. Stąd, dla przypadku $M_1 = 1500$ przy-
bliżony, optymalny sposób działania nacierającego powinien
przewidywać: $\bar{N}_1 = 103$, $\bar{N}_2 = 188$, $\bar{N}_3 = 0$, $\bar{N}_4 = 209$.

Razem $N = 500$. Zatem, o ile $\max Q_j = 1$, $D_2 = 1$,

$P_1 = 0,425$ to $Q = Q / 1500 / = 50$.

Inaczej mówiąc: przy $M_1 = 1500$ nacierający zachowa do
dalszych działań, po przełamaniu całego systemu obrony, tylko
50 jednostek potencjału przełamania.

Rezultaty powyższych obliczeń mogą posłużyć do gra-
ficznego przedstawienia optymalizacji działań obrony /por.
zał. nr 32/. Z wykresu wynika, że przybliżony, optymalny
sposób działania obrony określają wartości $\bar{M}_1 = 2000$,
 $\bar{M}_2 = 4000$, a odpowiedni przybliżony, optymalny sposób działa-
nia nacierającego będzie: $\bar{N}_1 / 2000 / = 138$, $\bar{N}_2 / 2000 / = 157$,
 $\bar{N}_3 / 2000 / = 0$, $\bar{N}_4 / 2000 / = 205$ oraz $Q = Q / 2000 / = 46,5$.
Czyli, inaczej mówiąc, jeśli obrońca i nacierający zastosują
powyższe sposoby działań, to nacierający, po przełamaniu
całego systemu obrony, zachowa tylko 46,5 jednostki potencjału
przełamania.

Gdy porównamy powyższy wynik z uzyskanym na początku
rozwiązywania danego przykładu, tj. gdy sposób działania obrony

wyznaczaliśmy kierując się kryterium minimalnego stosunku wartości techniczno-bojowej obrony do możliwości przełamania rubieży przez nacierającego, to okaże się, że tym ratem otrzymaliśmy lepszy wynik. Gdy obrońca zastosuje powyższy sposób optymalizacji działań /zamiast poprzedniego kryterium/ uzyska, że nacierający będzie dysponował do dalszych działań tj. po przełamaniu całego systemu obrony, tylko 46,5 jednostkami potencjału przełamania, a nie 107, jak wynikało to z poprzednich obliczeń. /por. wykres - zał. nr 32; przy $M_1 = 0$, $M_2 = 12000$ było: $\bar{N}_1 = 0$, $\bar{N}_2 = 209$, $\bar{N}_3 = 0$, $N_4 = 291$ oraz $Q = 107$ /

6.1.6. Uogólnienie metody.

Przedstawiony powyższej model działań i wyników natarcia i obrony można wykorzystać do rozwiązywania bardziej złożonych sytuacji bojowych. Na przykład, nie zawsze będą istniały sytuacje, w których nacierający będzie zmuszony do przełamania wszystkich kolejnych rubieży obrony, tj. od pierwszej do m-tej. Mogą występować przypadki, gdy nacierający włamie się w obronę na jednym lub kilku kierunkach w celu okrążenia części sił /przy czym na pewnych odcinkach będzie prowadził działanie obronne/, aby po ich likwidacji kontynuować natarcie na inną ~~inną~~ ilość rubieży - inaczej obsadzoną i przygotowaną.

W takim przypadku można podzielić pole walki na odpowiednie odcinki /sektory/ i każdy z nich rozpatrywać oddzielnie, a następnie uogólnić wyniki końcowe. W związku z tym, czasem może być celowe zastosowanie na niektórych odcinkach kryterium minimalizującego stosunek wartości techniczno-bojowej do możliwości przełamania, a na innych wyznaczanie przybliżonego, optymalnego sposobu działań. W pewnych przypadkach, gdy znany jest optymalny sposób działań nacierającego można wyznaczać optymalny sposób działań obrony przy pomocy znanych metod określania maksimum wartości funkcji.

Zgodnie z podstawowym założeniem przedstawionego modelu wszystkie jednostki strony nacierającej powinny przechodzić przez wszystkie rubieże obrony. W stosunku do jednostek, które zostały przeznaczone do dalszych działań /po przełamaniu całego systemu obrony/ takie założenie jest

słuszne. Jednak część jednostek, które zastosowały pewien sposób ataku $/i \leq m/$, może zostać wyprowadzona z walki po wykonaniu zadania na rubieżach i -tej, $i + 1$ itd.

Warunek ten można uwzględnić w obliczeniu przez pomnożenie wielkości E_u^i przez odpowiedni współczynnik $\gamma_i /u/$.

Współczynnik ten będzie równy tej części, ilości początkowej, jednostek stosujących i -ty sposób działania, która powinna kontynuować natarcie na rubież $u \geq i$.

Oczywiście, $\gamma_i /u/$ stanowi malejącą funkcję u .

Bibliografia-----

1. KOLAN J.G.: Tactics and the Theory of Games: "Army" nr 8/1960 s. 74-81.
2. RAPOPORT A.: Three Modes of Conflict. "Management Science", Vol. 7, nr 3/1961, April, s.210-218.
3. SAATY T.: Mathematical Methods of Operations Research, New York 1959, Mc Graw - Hill.
4. SCHELLING Th.C.: The Strategy of Conflict. Cambridge 1960. Harvard University Press. s.309.

6.2. EFEKTYWNOŚĆ ROZWINIĘCIA ŚRODKÓW OBRONY POWIETRZNEJ

6.2.1. Założenia wstępne.

W poniższym przykładzie rozpatrzemy warunki i zakresy stosowalności kryterium efektywności rozwinięcia określonej ilości jednostek raketowych /wyrzutni/ typu Z - P na stanowiskach ogniowych /SO/, w systemie osłony powietrznej danego obszaru. Celem przykładu jest wskazanie jednej z możliwych metod wyznaczania efektywności systemu osłony powietrznej na szczeblach taktycznych przy użyciu ograniczonej ilości środków.

Model zadania oprzemy na następujących założeniach i warunkach:

1. Poszczególne wyrzutnie rozmieszczone są na określonej długości odcinka frontu przebiegającego prostopadle do kierunku spodziewanego ataku środków powietrznych przeciwnika. Wszystkie rakiety są tego samego typu i działają niezależnie. Jeśli więc jeden cel zostanie przechwycony przez dwie rakiety /z dwóch wyrzutni/ będziemy liczyli dwa przechwyconienia, a nie jedno. Ponieważ rakiety nie posiadają zdolności trafiania każdego celu /np. ze względu na ograniczoną celność/, zatem im większa będzie ilość przechwyceń, tym większa ilość zniszczonych celów.

2. Przechwycenie celu powietrznego przeciwnika następuje w określonych punktach, tj. na przecięciu się toru lotu celu powietrznego z jednym z kolejnych łuków przechwyceń rakiety, zakreślonych na odległościach określonych przez kolejne promienie porażenia niszczących danej rakiety /wyrzutni/.

3. Pojedynczy cel lub zespół środków ataku powietrznego traktujemy jako punkt przechodzący przez front osłony /linię SO wyrzutni/ na stałej wysokości. W toku przelotu przeciwnik nie atakuje i nie niszczy wyrzutni^{1/}. Cel powietrzny

1/ W rzeczywistości przeciwnik będzie często niszczył wyrzutnie wykrywane na trasie przelotu, nawet zmierzając do innego celu naziemnego. Warunek ten możnaby wprowadzić do rozpatrywanego modelu, jednak nie zmieni on metody obliczeń, a tylko niezwykle skomplikuje tok analizy.

może być zniszczony tylko w punktach przechwyceń. Cel powietrzny może jednak przenikać przez front osłony w dowolnym punkcie.

4. W celu uproszczenia modelu nie uwzględniamy warunków dotyczących czasu /np. czasu niezbędnego na przygotowanie i załadowanie rakiet na wyrzutnię /ilość rakiet, prędkości itp., z wyjątkiem tych wielkości, które włączamy do funkcji przechwyceń $E(x)$ jako funkcji efektywności rozwinięcia.

6.2.2. Sformułowanie zadania.

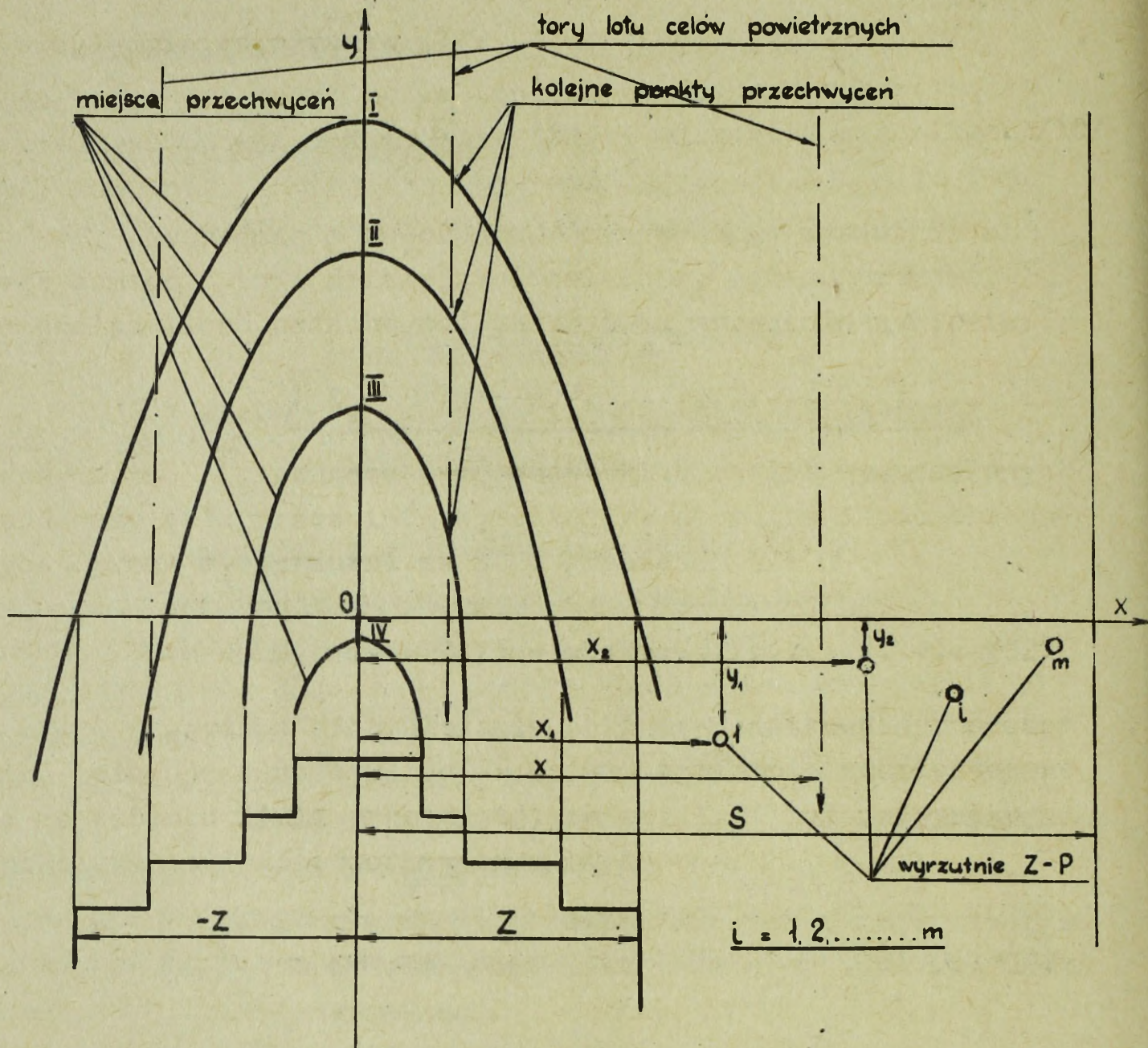
Należy określić optymalne rozwinięcie wyrzutni na danym froncie SO obrony, aby zapewnić maksymalną ilość przechwyceń celów powietrznych.^{1/}

6.2.3. Sformułowanie modelu.

Powyższe zadanie będziemy rozpatrywali na płaszczyźnie. Na osi x znajdują się SO wyrzutni, oś y jest równoległa do torów lotu celów powietrznych. Ponieważ tor lotu może przecinać odcinek frontu osłony S w dowolnym punkcie, zatem jako początek układu współrzędnych przyjmiemy skrajną lewą wyrzutnię.

Funkcja $E(x)$ określa więc ilość przechwyceń celów powietrznych mijających wyrzutnię na SO w punkcie $(x, 0)$, Schemat modelu zadania przedstawione na poniższym rysunku.

1/ W danym przykładzie nie będziemy rozpatrywali wielkości prawdopodobieństw zniszczeń celów powietrznych, jakkolwiek rozwiązanie takiego zadania przy zastosowaniu tej metody jest możliwe.



Schemat modelu zadania.

Zgodnie z założeniem przeciwnik może przenikać przez front osłony z obu stron każdej wyrzutni, zatem funkcje przechwyceń dla każdej strony będą sobie równe, czyli:

$$E /x/ + E /- x/, \dots \dots \dots /1/$$

a przy $x > Z$:

$$E /x/ \neq 0, E /Z/ \geq 1 \dots \dots \dots /2/$$

W związku z tym, dla każdej wartości x_1, x_2, \dots, x_i otrzymamy następujący warunek:

$$\int_{x_1}^{x_2} E(x) dx \ll \int_{-Z}^Z E(x) dx = 2 \int_0^Z E(x) dx \quad \dots /3/$$

Z powyższego rysunku wynika, że E /x/ jest funkcją przerywaną /schodkową/. Uproszczenie to wynika z graficznego ujęcia obrazu zadania, gdyż w toku analizy traktujemy ją, zgodnie z rzeczywistością, jako funkcję ciągłą.

Rozpatrzmy przypadek zwalczania celu powietrznego przez 1 wyrzutnię. Prawdopodobieństwo przeniknięcia celu przez front osłony może nastąpić na każdym odcinku dx w granicach S. Wyniesie ono: $p /x/ dx = \frac{dx}{S} \dots /4/$ zatem przewidywaną ilość przechwyceń \bar{E} przez jedną wyrzutnię na SO $/x_1 y_1/$ wyniesie:

$$\bar{E} = \int_0^S E(v) p(x) dx = \int_{-x_1}^{S-x_1} E(v) \frac{dv}{S} \quad \dots /5/$$

przy czym $v = x - x_1$ $\forall i = 1, 2, \dots, m/.$

Ponieważ zakładamy, że system rozmieszczenia SO wyrzutni powinien spełniać warunek:

$$Z = \leq x_1 \leq S-Z, \dots /6/$$

w związku z tym przewidywana ilość przechwyceń przez jedną wyrzutnię /z uwzględnieniem wzoru /3/, będzie:

$$\bar{E} = \int_{-Z}^Z E(v) \frac{dv}{S} = 2 \int_0^Z E(v) \frac{dv}{S} \quad \dots /7/$$

Oprócz kryterium efektywności rozwinięcia /E/ wprowadzimy do rozważań drugie kryterium - zawodności /niepewności/ przechwycenia celu, które oznaczymy:

$$E^2 = \sqrt{\bar{E}}^2 - \gamma \bar{E}^2 \dots /8/$$

stąd, zgodnie z wzorem /5/:

$$\bar{E}/^2 = \int_0^S E^2(v) \frac{dx}{S}, \dots \dots \dots /9/$$

a uwzględniając warunek /7/:

$$\bar{E}/^2 = 2 \int_0^z E^2(v) \frac{dv}{S} \dots \dots /10/$$

Wychodząc z założenia, że wszystkie wyrzutnie są tego samego typu i działają niezależnie, możemy przyjąć, że ogólna ilość przechwyceń przez i-tą wyrzutnię wyniesie:

$$E = \sum E_i \quad /x - x_i/, \dots \dots \dots /11/$$

/przy czym \sum_i oznacza sumę wszystkich rakiet wystrzelonych do danego celu przez i-tą wyrzutnię/, a ogólna ilość przechwyceń przez m_i wyrzutni na SO w granicach $X - X_i$:

$$E = \sum_i m_i \cdot E /x - x_i/ \dots \dots \dots /12/$$

Powyższe sformułowanie zakłada dodatkowe uproszczenie, polegające na tym, że wszystkie wyrzutnie rozmieszczone są na odcinku linii prostej tj. na osi X. W tym przypadku spodziewana ilość przechwyceń:

$$\bar{E} = \sum \int_0^S m_i E (x - x_i) \frac{dx}{S} \dots \dots \dots /13/$$

Ponieważ $\forall x - x_i$, zatem:

$$\bar{E} = \sum_i m_i \int_{-x_i}^{S-x_i} E(v) \frac{dv}{S} \dots \dots \dots /14/$$

Możliwości przechwyceń przez rakiety określone są jednak przez warunek dotyczący zasięgu, rozmieszczenia wyrzutni i długości frontu osłony, a mianowicie:

$$- Z < x_i < S + F;$$

W związku z tym, określając przez M ogólną ilość wyrzutni, tj.:

$$M = \sum_i m_i$$

Wyrażenie /14/ przyjmie postać:

$$\bar{E} = 2M \int_0^Z E(v) \frac{dv}{S} - \sum_i m_i \left[\int_{-Z}^{-x_i} E(v) \frac{dv}{S} + \int_{S-x_i}^Z E(v) \frac{dv}{S} \right] \dots/15/$$

Z warunku /2/ i /6/ wynika jednak, że dla wszystkich:

$$Z \leq x_i \leq S - Z \dots\dots\dots /16/$$

wyrażenie zawarte w [] równania /15/ zniknie.

Wyznaczenie zmiennej E^2 będzie bardziej złożone niż w przypadku równania /9/, a mianowicie:

$$E^2 = \left[\sum_i m_i E(x - x_i) \right]^2 =$$

$$= \sum_i \left[m_i E(x - x_i) \right]^2 + 2 \sum_i \sum_{j>i} m_i m_j E(x - x_i) \cdot E(x - x_j)$$

.../17/

gdy wprowadzimy do rozważań wielkość m_{ij} , tj. ilość wyrzutni rozmieszczonych na SO w granicach odcinka od x_i do x_j

$$/ x_j > x_i /, \quad x_{ij} = x_j - x_i$$

Spodziewaną ilość przechwyceń przez rakiety wyrzutni rozmieszczonych na odcinku x_{ij} wyniesie:

$$|\bar{E}|^2 = \sum_i m_i^2 \int_{-x_i}^{S-x_i} E^2(v) \frac{dv}{S} +$$

$$+ 2 \sum_i \sum_{j>i} m_i m_j \int_{-x_i}^{S-x_i} E(v) E(v-x_{ij}) \frac{dv}{S}$$

...../18/

W praktyce, obliczenie $|\bar{E}|^2$ bardzo się uprości gdy, podobnie jak w równaniu /15/, rozłożymy całki w obszarze x_i . Podstawiając zatem wielkość $T = v - \frac{1}{2} x_{ij}$ do całki podwójnej sumy wyrażenia /18/ oraz dostosowując przedziały całek tak, aby wyłączyć obszary gdzie są one równe zero, otrzymamy:

$E\left(t + \frac{1}{2} x_{ij}\right) E\left(t - \frac{1}{2} x_{ij}\right) = E\left(-t - \frac{1}{2} x_{ij}\right) E\left(-t + \frac{1}{2} x_{ij}\right)$;
ponieważ przy $x < -z + \frac{1}{2} x_{ij}$ wartość E będzie równa zero, zatem:

$$|\bar{E}|^2 = \left[2 \sum_i m_i^2 \right] \int_0^z E^2(v) \frac{dv}{S} +$$

$$+ 4 \sum_i \sum_{j>i} m_i m_j \int_0^{z - \frac{x_{ij}}{2}} E\left(t + \frac{1}{2} x_{ij}\right) E\left(t - \frac{1}{2} x_{ij}\right) \frac{dt}{S} -$$

$$- \sum_i m_i^2 \left[\int_{-z}^{-x_i} E^2(v) \frac{dv}{S} + \int_{S-x_i}^z E^2(v) \frac{dv}{S} \right] - \sum_i \sum_{j>i} m_i m_j \cdot$$

$$\cdot \left[\int_{-z}^{-x_i} E(v) E(v-x_{ij}) \frac{dv}{S} + \int_{S-x_i}^z E(v) E(v-x_{ij}) \frac{dv}{S} \right]$$

...../19/

Ogólnie rzecz biorąc, przy $S \gg z$ wyrazy w [] równania /19/ można pominąć, znikną one przede wszystkim w przypadku określonym warunkiem /16/, a więc jeśli nie zachodzi nierówność $x_{ij} < 2R$. Innymi słowy: gdy pola ognia i-tej i j-tej wyrzutni

pokrywają się, to wyrazy podwójnej sumy są równe zeru.

6.2.4. Kryteria efektywności zawodności.

Jak założyliśmy na wstępie spodziewana ilość przechwyceń, tj. wartość \bar{E} jest wskaźnikiem efektywności rozwinięcia wyrzutni. Z dalszych rozważań wynika jednak, że model zadania nie jest zupełny, ponieważ nie uwzględnia warunków określających kryterium wyboru między dwoma przyjętymi, zasadniczymi sposobami rozwinięcia wyrzutni, a mianowicie gdy:

- a/ w środku pasa pola ognia o szerokości $S = 4Z$ rozmieszczone są dwie wyrzutnie w odległości $2Z$, a więc obejmują działaniem całą szerokość pasa oraz
- b/ te same dwie wyrzutnie zostaną umieszczone w środku tego pasa $/S = 4Z/$ bądź na jednym S_0 , bądź na prostej równoległej do kierunku lotu celów powietrznych przeciwnika.

Wtedy, zgodnie z podstawowym założeniem modelu, przewidywane ilości przechwyceń w obu przypadkach będą te same tj. $\bar{E}_a = \bar{E}_b$, jednak zawodność przechwyceń w drugim przypadku będzie większa, tj. $K_a^2 > K_b^2$, gdyż środki przeciwnika będą przenikały przez nieosłonięty odcinek frontu o szerokości $2Z$.

W ujęciu analitycznym powyższe przypadki przedstawiają się następująco:

Przypadek a: $i = 1$; $m_1 = 2$; $S = 4Z$; $x_1 = 2Z$;

$$\bar{E} = 2 \int_{-Z}^Z E(v) \frac{dv}{S}; \quad |\bar{E}|^2 = 4 \int_{-Z}^Z E^2(v) \frac{dv}{S};$$

przypadek b:

$i=1, 2$; $j = 2$; $m_1 = 1$; $S = 4Z$; $x_1 = Z$; $x_2 = 3Z$
 $x_{12} = 2Z$;

$$\bar{E} = 2 \int_{-Z}^Z E(v) \frac{dv}{S}; \quad |\bar{E}|^2 = 2 \int_{-Z}^Z E^2(v) \frac{dv}{S}$$

Jak widzimy, w obu przypadkach występują te same średnie wartości efektywności $/E/$, co możnaby tłumaczyć, że przy bardzo dużej ilości przelotów środków napadu przeciwnika średnia ilość przechwyceń /tj. licząc ilość środków napadu w jednym przelocie /będzie w obu przypadkach taka sama, chociaż w systemie osłony przypadku /a/ istnieje szeroka luka /22/ przez którą przeciwnik może przeniknąć nie ponosząc strat. Z drugiej strony projektowany system osłony nie powinien wykazywać luk, ponieważ skutkiem tego osłaniane obiekty mogą ponosić bardzo ciężkie straty. Z tego względu przypadek /b/ oceniamy jako zdecydowanie korzystniejszy.

A zatem musimy wziąć pod uwagę również drugie kryterium, tj. kryterium zawodności systemu rozwinięcia. Z przytoczonych przypadków wynika, że mniejsza wartość zawodności świadczy o wyższej skuteczności rozwinięcia wyrzutni, czyli:

$$K_a^2 > K_b^2$$

Gdyby obliczyć prawdopodobieństwo /gęstość/ przechwyceń $E, p /E/ dE$ okazałoby się, że dla przypadku /b/ uzyskamy o wiele lepsze wyniki.

Dla oceny rozwinięcia wyrzutni stosujemy więc dwa kryteria:

- maksymizację efektywności $/e/$;
- minimizację zawodności $/K^2/$.

Z równania /15/ wynika, że dla danej ilości wyrzutni $/M/$ maksymizowanie wartości \bar{E} następuje pod warunkiem spełnienia relacji /16/, tj., że w systemie osłony nie stosujemy luk między polami ognia, choć część środków może znajdować się po obu stronach /na skrzydłach/ odcinka frontu S . Wiemy jednak, że minimizowanie K^2 zależy od warunków wynikających z równania /16/. Dla głębszego przeanalizowania tej wielkości powinniśmy wprowadzić przypadek bardziej symetrycznego rozwinięcia wyrzutni /niż ten na którym oparto warunki równania /16/, aby na tym układzie rozpatrzeć zmiany wartości zawodności. Niech zmiany tej wartości wyznacza współczynnik a .

Wychodząc z równania /16/ rozpatrzmy przypadek rozwinięcia w którym

$$X_{ij} = L / j-i/, \quad m_i = m = \frac{M}{n},$$

gdy L oznacza odległość między dwiema dowolnymi kolejnymi wyrzutniami: $/j/$ i $/i/$, a n - ilość poszczególnych x_1 .
Jeśli przyjmiemy, że $L > Z$, a $M = /const.$, to $a \cdot K = 0$.

W świetle poprzednich rozważań możemy wysunąć wniosek, że w warunkach dysponowania ograniczoną ilością wyrzutni nie możemy sobie pozwolić na zbyt duże nakładanie się na siebie pól ognia. W związku z tym równanie /19/ przyjmie postać:

$$|\bar{E}|^2 = 2 \sum_i^n m_i^2 \int_0^Z E^2(v) \frac{dv}{S} + \sum_i^{n-1} m_i m_{i+1} \int E\left(t + \frac{L}{2}\right) \cdot$$

$$E\left(t - \frac{L}{2}\right) \frac{dt}{S}$$

...../20/

przy czym $L = X_{i+1} - X_j$. Zależnie od warunku:

$$a \cdot K = \sum a m_i = 0$$

zmieniają się x_i oraz m_i , a mianowicie:

$$d|\bar{E}|^2 = 4 \sum_i^n m_i a m_i \int_0^Z E^2(v) \frac{dv}{S} + 4 \sum_i^{n-1} (m_i a m_{i+1} + m_{i+1} a m_i) \cdot$$

$$\cdot \int_0^{Z - \frac{L}{2}} E'\left(t + \frac{L}{2}\right) E\left(t - \frac{L}{2}\right) \frac{dt}{S} - \left(\frac{2}{S}\right) \cdot \left(\frac{M}{n}\right)^2 \cdot$$

$$\cdot \left[E\left(\frac{L}{2}\right) E\left(-\frac{L}{2}\right) + 2 \int_0^{Z - \frac{L}{2}} E\left(t + \frac{L}{2}\right) E'\left(t - \frac{L}{2}\right) dt \right]$$

...../21/

przy czym E' jest pochodną od E względem sumy funkcji $\%a/$, odpowiadającej funkcji $E /x/$. Wyrażenie w [] otrzymaliśmy w wyniku zastosowania reguły Leibnitza oraz po wyeliminowaniu $E' /t + \frac{L}{2} /$ po jej scałkowaniu. Powyższe równanie można uprościć.

Otrzymamy wtedy:

$$\begin{aligned} \alpha |\bar{E}|^2 = & \left(4 \frac{M}{n}\right) \left(\sum_i^n a m_i\right) \int_0^Z E^2(v) \frac{dv}{S} + \\ & + \left(\sum_i^n a m_i\right) \left(8 \frac{M}{n}\right) \int_0^{Z-\frac{L}{2}} E\left(t+\frac{L}{2}\right) E\left(t-\frac{L}{2}\right) \frac{dt}{S} - \\ & - \left(\frac{2}{S}\right) \left(\frac{M}{n}\right)^2 \left[E\left(\frac{L}{2}\right) E\left(-\frac{L}{2}\right) + 2 \int_0^{Z-\frac{L}{2}} E\left(t+\frac{L}{2}\right) \right. \\ & \left. E\left(t-\frac{L}{2}\right) dt \right] (a x_n - a x_i) - \\ & - 4 \left(\frac{M}{n}\right) (a m_n + a m_1) \int_0^{Z-\frac{L}{2}} E\left(t+\frac{L}{2}\right) E\left(t-\frac{L}{2}\right) \frac{dt}{S} \end{aligned}$$

Ponieważ $a \cdot M = 0$, to i wyrazy sum będą równe zeru. Jest to zrozumiałe, ponieważ nie zamierzamy wprowadzić zmian w położeniu SO wyrzutni skrajnych, tj. X_1 i X_n , aby tym samym nie wywołać ogólnego spadku efektywności \bar{E} , czyli:

$$a \cdot K^2 = a \cdot \sqrt{E} / ^2 = 0 \dots\dots\dots /23/$$

Świadczy to, że w systemie rozwinięcia symetrycznego wartość zawodności przechwycenia celu osiąga minimum.

Wróćmy jednak do rozpatrywanych dwóch przypadków rozmieszczenia wyrzutni w pasie $S=4Z$, aby na tym tle określić i w jakim stopniu można wykorzystać wartość efektywności E w celu zwiększenia skuteczności przechwyceń /zmniejszenia wartości zawodności/. Na poniższym wykresie przedstawiono rozkład gęstości prawdopodobieństw przechwyceń E dla obu przypadków /a/ i /b/. Na osi pionowej przedstawiono podziałkę prawdopodobieństw E /od 0 do 1/, na poziomej - przeciętne ilości przechwyceń E . Odchylenie kwadratowe /b²/ od efektywności optymalnej E_0 , a określone /w/g rozkładu Gaussa^{1/}/ z równania:

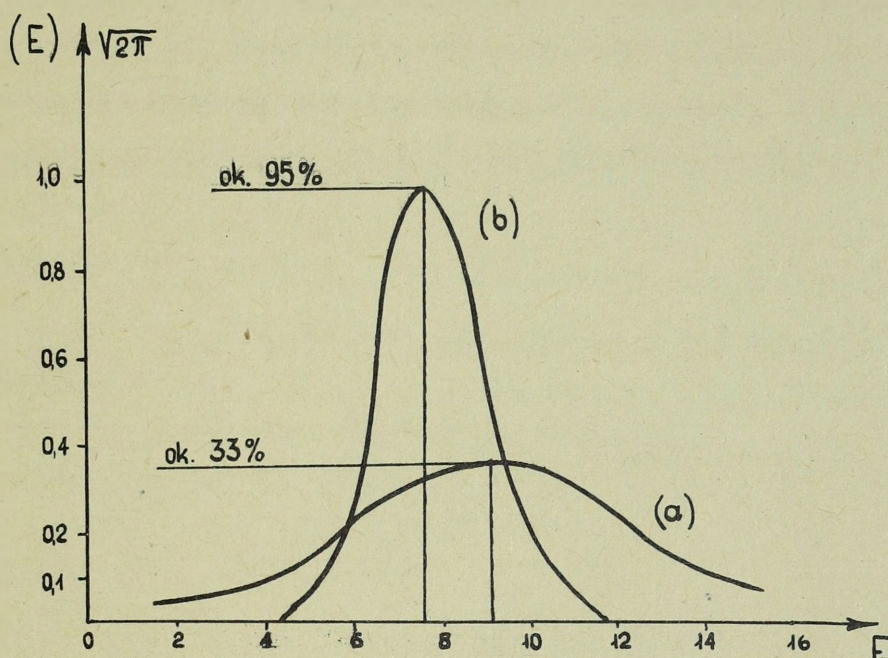
$$b^2 = \sqrt{E-E_0} / ^2 = \sqrt{E} / ^2 - 2 E_0 E + E_0^2 \dots\dots\dots /24/$$

przy czym dla rozwinięcia symetrycznego w granicach wyrzutni

1/ For. całka prawdopodobieństwa Gaussa: $f(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$.

skrajnych $/x_1, x_m/$ przy $x_1 = S - x_m = Z$.

otrzymamy $b^2 = a^2$.



Jak widać z wykresu, w przypadku /a/ zasięg efektywności jest dość szeroki $/3 \leq E \leq 15/$ lecz przy dość niskiej skuteczności przechwyceń /ok. 33%/, w przypadku /b/ - przy stosunkowo wąskim zasięgu efektywności $/6 \leq E \leq 10/$ uzyskuje się ok. 95% skuteczności przechwyceń, co w praktyce zazwyczaj przesądza wybór między obu sposobami rozwinięć.

W przytoczonym przykładzie zastosowano rozkład prawdopodobieństw Gaussa, choć można przypuszczać, że funkcja $p /E/ dE$ może mieć przebieg schodkowy, co z kolei pociąga za sobą większą trudność przedstawienia jej opisowo w postaci uogólnionej. Ponieważ zależy nam na określeniu ilościowym wskaźnika efektywności E , jako jedyne kryterium skuteczności przechwyceń, zatem musimy również uwzględnić wyższy stopień pewności rozwinięcia. Jeśli więc doszliśmy do przekonania, że bardziej symetryczne rozwinięcie SO daje lepsze wyniki, to nie znaczy, że wszystkie wyrzutnie muszą stale przebywać na jednym miejscu. W warunkach ograniczonych

środków bardziej celowe jest utrzymywanie tylko jednej z nich /np. środkowej, X_i / jako stałej, a pozostałe - w ruchu, po obu jej stronach w odległości $L > Z$.

Należy jeszcze wspomnieć o roli i zadaniach wyrzutni skrajnych. Wyrzutnie te przekazują tylko część swej efektywności na pokrycie potrzeb osłony frontu /S/, natomiast pozostała część idzie na korzyść obu sąsiadów. W ten sposób zabezpieczenie osłony skrzydeł odbywa się kosztem zwiększenia wartości K^2 , a więc z niekorzyścią dla projektowanego rozmieszczenia SO. Oczywiście, zabezpieczenie to powinno zawsze występować, lecz pod warunkiem zachowania umiarkowanej wartości /L-Z/.

Ogólnie rzecz biorąc, nie można wyznaczyć minimum b^2 bez szczegółowej analizy E /x/, chociaż m_i jest wyrażane liczbami całkowitymi. Z wykresu wynika, że w rozpatrywanym przykładzie:

$$K_a^2 = 9; K_b^2 = 1; E_0 = 9, \dots \dots \dots /25/$$

a więc - przypadek /b/ daje lepsze wyniki, gdyż b^2 , jako wskaźnik zawodności, w tym przypadku osiąga wartość minimalną, mniejszą od K_a^2 :

$$b^2 = 2 < K_a^2.$$

6.2.5. Uogólnienie metody.

W rzeczywistości rozmieszczenie SO wyrzutni w granicach danego obszaru będzie zależało m. in. od szeregu przypadków wynikających z charakteru ukształtowania terenu, stanu drożni, warunków maskowania itp. Przedstawiona powyżej metoda pozwala wyznaczać odpowiednie wartości \bar{E} i $|\bar{E}|^2$ dla M wyrzutni, jeśli porównamy ich rozwinięcie przypadkowe z symetrycznym.

Pomijając wypadki, gdy pola ognia wyrzutni zachodzą na siebie, rozpatrzmy tylko rozmieszczenie uwarunkowane następująco:

$$Z < X_i < S - Z \dots \dots \dots /26/$$

/przy $S > 2Z$ /.

Odcięta X_i oznacza obecnie zmienną niezależną w danym, nieuporządkowanym i przypadkowym układzie SO na froncie S.

Prawdopodobieństwo, że i-ta wyrzutnia znajduje się w przedziale między X_i i $X_i + dx$ wynosi $(S-2Z)^{-1} dx$, a gęstość prawdopodobieństw dla M+1 przypadkowych zmiennych wyniesie:

$$p(x, x_1, \dots, x_N) = \frac{(S-2Z)^{-N}}{S} \dots \dots \dots /27/$$

Przewidywana ilość przechwyceń przez rakiety w granicach określonych warunkiem /26/ jest taka sama jak w przypadku, którego dotyczy równanie /15/, a mianowicie:

$$\bar{E} = 2M \int_0^z E(v) \frac{dv}{S} \dots \dots /28/$$

Obliczając $|\bar{E}|^2$ z uwzględnieniem równania /27/ otrzymamy:

$$|\bar{E}|^2 = \int_0^S dx \int_z^{S-2Z} dx_1 \dots \int_z^{S-2Z} dx_M \sum_{i=1}^M E(x-x_i)$$

$$\cdot \sum_{j=1}^M E(x-x_j) p(x, x_1, \dots, x_M), \dots /29/$$

skąd:

$$|\bar{E}|^2 = M(S-2Z)^{-1} \int_0^S \int_z^{S-2Z} E^2(x-x_i) dx_i \frac{dx}{S} +$$

$$M(M-1)(S-2Z)^{-2} \int_0^S \left[\int_z^{S-2Z} E(x-x_i) dx_i \right]^2 \frac{dx}{S}$$

\dots /30/

przy czym wprowadzamy X_i jako tzw. sztuczną zmienną. Dwie pierwsze podwójne całki równania /30/ można obliczyć następująco: wprowadzając $v = x-x_i$, $dv = dx_i$

i całkując częściami, otrzymamy:

$$\int_0^s \left[\int_z^{s-z} E^2(x-x_i) dx_i \right] dx = \int_0^s dx \int_{x+s-z}^{x-z} E^2(v) dv = \dots/31/$$

$$= \left[x \int_{x+s-z}^{x-z} E^2(v) dv \right]_0^s - \int_0^s x \left[E^2(x-z) - E^2(x+z-s) \right] dx \dots/32/$$

Ponieważ $S > 2Z$, a dla wszystkich $|v| > Z$ wartość funkcji $E/v = 0$, to pierwszy wyraz równania /32/ będzie równy zeru. Po obliczeniu pozostałych całek przez podstawienie argumentów funkcji przechwyceń $[E/v]$ otrzymamy:

$$\int_0^s \left[\int_z^{s-z} E^2(x-x_i) dx_i \right] dx = (S-2Z) \int_{-Z}^Z E^2(v) dv. \dots/33/$$

Ostatnia całka w równaniu /30/ będzie:

$$f(x) = \left[\int_z^{s-z} E(x-x_i) dx_i \right]^2$$

a po rozłożeniu jej na trzy części:

$$\int_0^s f(x) dx = \int_0^{2Z} f(x) dx + \int_{2Z}^{s-2Z} f(x) dx + \int_{s-2Z}^s f(x) dx \dots/35/$$

Jeśli założymy, że $f(x) = E(x)$ oraz wprowadzimy zmienną $w = S - x$, $w_i = S - x_i$, to stanie się oczywiste, że pierwsza i trzecia całka równania /35/ są sobie równe. Ponieważ w drugiej /środkowej/ całce:

$$2Z \leq x \leq S - 2Z,$$

zatem można przedstawić ją następująco:

$$\begin{aligned} \int_{2Z}^{S-2Z} f(x) dx &= \int_{2Z}^{S-2Z} \left[\int_{x+Z-S}^{x-Z} E(v) dv \right]^2 dx = \\ &= \int_{2Z}^{S-2Z} \left[\int_{-Z}^Z E(v) dv \right]^2 dx \end{aligned} \quad \dots/36/$$

Z kolei wartość \bar{E}^2 można przedstawić następująco:

$$\begin{aligned} 0 < \int_0^{2Z} f(x) dx < \int_0^{2Z} \left[\int_{-Z}^Z E(v) dv \right]^2 dx = \\ &= 2Z \left[\int_{-Z}^Z E(v) dv \right]^2 \end{aligned} \quad \dots/37/$$

skąd określimy przedział wartości \bar{E}^2 , a mianowicie

$$\begin{aligned} \frac{2M}{S} \int_0^Z E^2(v) dv + \frac{4M(M-1)(S-4Z)}{S(S-2Z)^2} \left[\int_0^Z E(v) dv \right]^2 \leq \\ \leq \frac{2M}{S} \int_0^Z E^2(v) dv + \frac{4M(M-1)}{(S-2Z)^2} \left[\int_0^Z E(v) dv \right]^2 \end{aligned} \quad \dots/38/$$

Powyższe nierówności uzasadniają założenie, że przy dużej ilości wyrzutni /M/ można przyjąć $\frac{2S}{Z} \gg 1$, tzn., że można wówczas pominąć względne różnice jakie mogą występować między wartościami pewności przechwyceń przy rozwinięciach symetrycznych i przypadkowych. W rozwinięciach przypadkowych podwyższają się bowiem szanse przechwyceń /i dorównują szansom rozwinięć symetrycznych/ przez to, że rakiety zmuszają przeciwnika do wyszukiwania luk w osłonie, a tym samym - do manewru w pobliżu pól ognia. Należy jednak zaznaczyć, że w świetle naszych wymagań odnośnie uzyskiwania maksymalnej ilości przechwyceń, w przypadku dysponowania małą ilością wyrzutni, ich rozwinięcie przypadkowe wykazuje duże niższe wyniki w porównaniu z rozwinięciem symetrycznym.

Na przykład: niech na froncie $S = 10Z$ zostanie rozwinięte 5 wyrzutni /M = 5/. Funkcja przechwyceń wyniesie wtedy:

$$\int_0^Z E(v) dv = 3Z ; \quad \int_0^Z E^2(v) dv = 11Z$$

Jeżeli wyrzutnie zostaną rozwinięte symetrycznie /w odległościach co 2Z/, to zgodnie z równaniami /8/, /15/, /19/, wskaźnik zawodności $K = 1,4$, a w przypadku rozwinięcia przypadkowego - w/g równania /38/ - wskaźnik ten będzie ponad dwukrotnie wyższy, tj.

$$2,9 \leq K \leq 3,7.$$

Odpowiednio przy $M = 10$, $m_i = 2$ otrzymamy podobną sytuację, a mianowicie: przy rozwinięciu symetrycznym $K = 2,8$, natomiast przy - przypadkowym: $4,0 \leq K \leq 6,1$.

Bibliografia:

1. GERMAIN: La Recherche Operationelle dans l'Arme de l'Air "Forces Aeriennes Francaises", Decembre 1961, nr 176, s.915-926.
2. MORSE Ph.M., KIMBALL R.E.: Methods of Operations Research. The Technology Press of Massachusetts Institute. New York, 1956.
3. FISHER J.L.: A Class of Stochastic Investment Problems "Operations Research", Vol. 9, nr 1/1961, s.53-65.

4. RADZIKOWSKI Wł.: Zastosowanie metod matematyczno-statystycznych dla celów wojskowych. "Myśl Wojskowa nr 8/1961, s. 57-74.
5. THOMPSON H.R.: Statistical Problems in Airline Reservation Control.: Operational Research Quarterly" Vol. 12 nr 3/1961, s.167-185.

6.3. OCENA EFEKTYWNOŚCI STRUKTURY ORGANIZACYJNEJ.

6.3.1. Wprowadzenie.

Struktura każdej organizacji jest odbiciem ogólnej koncepcji stosowania określonych środków i sposobów dla zrealizowania konkretnych zadań w określonych warunkach. Charakter struktury organizacyjnej określa bowiem cel dla realizacji którego tworzy się zespół ogniw decyzyjno-wykonawczych. A zatem, u podstaw założeń organizacyjnych tkwią, ogólnie rzecz biorąc, zarówno właściwości zadań realizowanych w myśl decyzji koncepcyjnych, dyrektywnych /w odróżnieniu od decyzji roboczych, cząstkowych/, jak też - szczegółowych, wykonywanych przez poszczególne, chociaż nie zawsze kolejne, ogniwa /szczebla/ tworzonej organizacji.

Zagadnienie wyboru i oceny struktury organizacyjnej sprowadza się do wyznaczenia ogólnych zasad i metod określania mierników i wskaźników jej efektywności w zakresie realizacji określonych zadań. Wydaje się, że wprowadzenie powyższych pojęć do procesu weryfikacji teoretycznego modelu struktury organizacji może odgrywać istotną rolę przy ocenie jej wartości.

Określenie celu i zakresu stosowania powyższych zasad i metod powinno, naszym zdaniem, poprzedzać wyznaczenie właściwego kryterium /lub zbioru kryteriów/ oceny efektywności projektowanej /badanej/ struktury organizacji. Głównym celem kryterium jest doprowadzenie do opracowania zasad optymalnego rozkładu wysiłków, czasu i środków między poszczególne ogniwa organizacji w przewidywanych warunkach jej funkcjonowania. Przyjęte kryterium powinno więc uwzględniać możliwie wszystkie czynniki ilościowe i jakościowe charakteryzujące rolę i zakres czynności każdego z jej ogniw. W tym wypadku niewątpliwie duże znaczenie posiada doświadczenie ludzi tworzących organizację; porównania jej z innymi modelami podobnych struktur organizacyjnych, dla zbliżonych warunków, może mieć nieraz istotne znaczenie. Z drugiej strony doświadczenie wykazuje jednak, że stosowanie analogii nie może stanowić zasady, zwłaszcza, gdy niepowtarzalność zadań i warunków działania odgrywa podstawową rolę w zamierzonym /badanym/ procesie.

Istota każdej struktury organizacyjnej sprowadza się do podziału zadań między poszczególne jej ogniwa. Z tytułu roli jaką spełnia każde ogniwo w systemie organizacji oraz w świetle charakteru wykonywanych zadań można wydzielić dwa podstawowe rodzaje działalności: pierwszy - działalność koncepcyjna /dyrektywa, kierownicza/ oraz drugi - wykonawcza /operacyjna/. Niewątpliwie, każde ogniwo, w pewnym zakresie swych kompetencji, realizuje w pewnym stopniu funkcje wynikające z powyższych dwóch rodzajów działalności. Zjawisko to można jednak traktować jako wtórny /pochodny/ aspekt wykonywanej funkcji, przy czym nie wpływa on w sposób zasadniczy na tok dalszych rozważań. W celu uproszczenia wywodu zostanie zatem pominięty.

Rozważania nad zagadnieniem kryterium oceny struktury organizacyjnej można sprowadzić do:

a/ charakterystyki właściwości struktury z punktu widzenia jej przydatności do przewidzianych zadań;

b/ określenia wartości struktury na podstawie wyników działalności poszczególnych jej ogniw;

c/ wyznaczenia wskaźników efektywności struktury.

Podjmując zadanie należy wyraźnie określić przedmiot rozważań, tj. jeden spośród wyżej wymienionych, oraz ustalić metodę uzyskania wyników. Ocena właściwości struktury pozwala co najwyżej na sformułowanie ogólnych, opisowych wniosków charakteryzujących stopień jej przydatności do realizacji zamierzonych zadań /np. dobra, zadawalająca, niedostateczna itp/. Ocena wartości struktury, przeprowadzana na podstawie działalności poszczególnych jej ogniw, jest zamierzeniem niezwykle trudnym, wymaga bowiem dokonania wnikliwej analizy znacznej ilości czynników składających się na problematykę przyczyn powstania danej struktury i uzyskanych wyników, aby z kolei, po wyeliminowaniu czynników drugorzędnych i nieistotnych dla rozpatrywanych warunków, dojść do pewnych uogólnień.

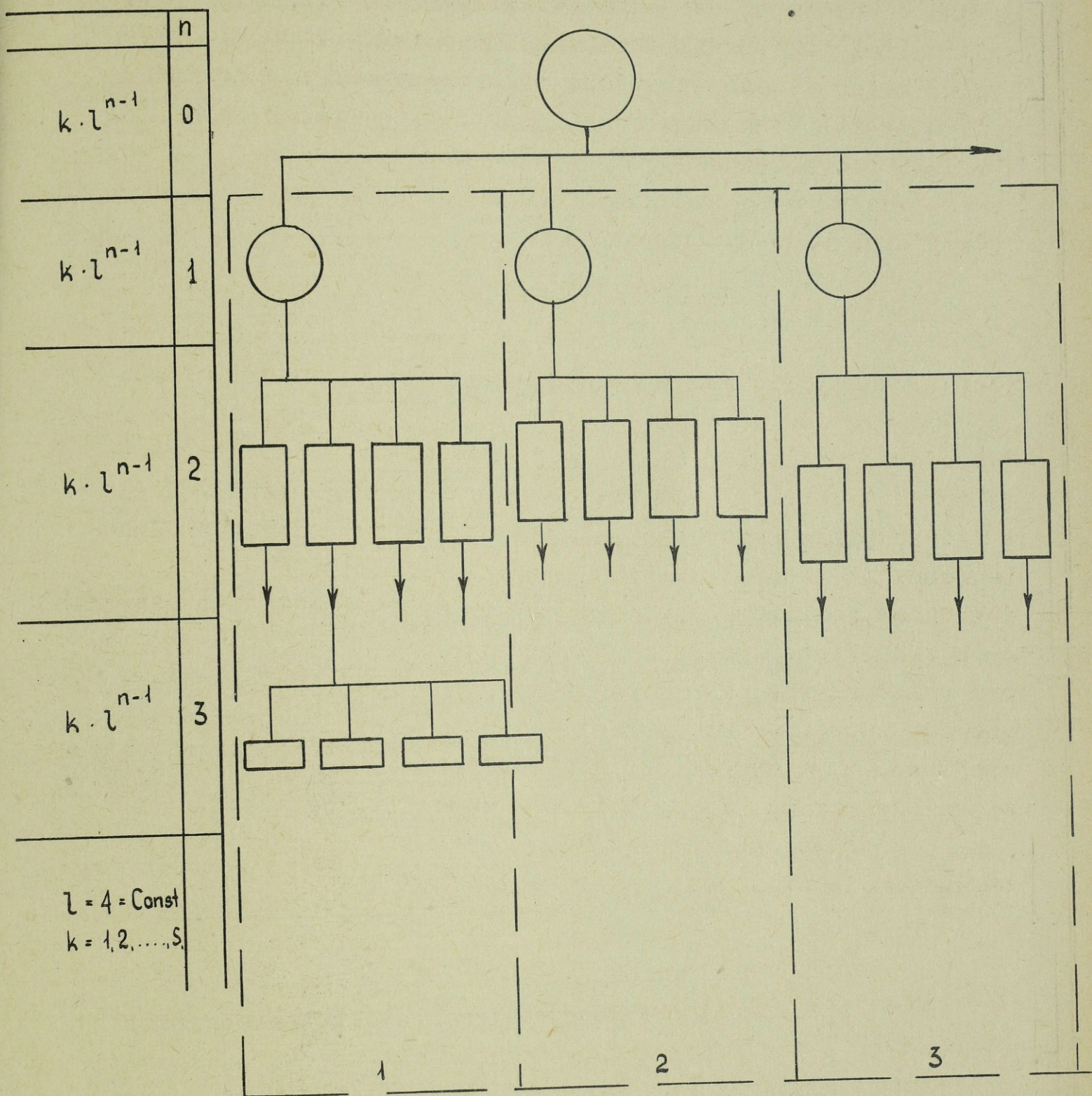
Ze względu na ograniczony cel jaki wysunęliśmy przed rozdziałem 6. /ilustracja metod/ rozważania będą dotyczyły tylko wyznaczania wskaźników efektywności jednego z możliwych schematów struktury organizacji.

Jako miernik stopnia zaabsorbowania /niezbędności/ ogniwa w strukturze organizacyjnej przyjmiemy stosunek pracochłonności zadań wyznaczonych dla danego ogniwa do określonej jednostki czasu typowej dla rozpatrywanej struktury /np. doba, tydzień, miesiąc, względnie czasokres typowego cyklu zadań itp./. W ten sposób niezbędną pracochłonność /zaangażowanie/ danego ogniwa można traktować jako funkcję dwóch zmiennych w ramach rozpatrywanej jednostki czasu wydzielonej dla wykonania podstawowych zadań /względnie określonego cyklu czynności decyzyjnych bądź wykonawczych/.

6.3.2. Sformułowanie modelu.

Aby określić wielkość liczbową stopnia sprawności rozpatrywanej struktury organizacyjnej, tj, innymi słowy, aby ustalić wartość wskaźnik efektywności struktury, należy dysponować szeregiem danych wyjściowych dotyczących pracochłonności możliwie wszystkich przewidywanych zadań. Jeśli w nieskomplikowanych przypadkach funkcji wykonawczych dane te można uzyskać stosunkowo łatwo na drodze obserwacji /np. dokonując pomiarów czasu zużywanego na wykonanie poszczególnych zadań/, to sprawa znacznie komplikuje się przy ustalaniu pracochłonności - funkcji koncepcyjnych. Niewątpliwie, w szeregu wypadków trzeba będzie sięgnąć do doświadczeń z obserwacji podobnych procesów, niejednokrotnie przybliżone dane wyjściowe uzyska się na podstawie analizy logicznej.

Rozważania oprzemy na poniższym prostym schemacie organizacji tzw. typu "sztabowego" /rys.1/.



Rys.1

PIONY SPECJALISTYCZNE

Założmy, że każdy pracownik podejmuje, w ramach swej specjalności, zarówno decyzje koncepcyjne jak i wykonawcze /operacyjne/: np. pierwsze dotyczą opracowywania nowych form i sposobów realizacji podstawowego celu organizacji w ramach specjalności danego pracownika, drugie natomiast - wyrażają konwencjonalny proces wykonania zadań wysuniętych przez przełożonego na podstawie ogólnych zasad postępowania obowiązujących w specjalności danego pracownika.^{1/}

Tok pracy każdego pracownika wymaga utrzymania stałych kontaktów z jednym bezpośrednim przełożonym, /1-1/ współpracownikami w tym samym ogniwie własnej specjalności oraz /1/ bezpośrednimi podwładnymi na odpowiednio niższym szczeblu.^{2/}

Zatem, ogólna ilość kontaktów jednego pracownika wyniesie:

$$S = 1 + /1 - 1/ + 1 = 2l \dots\dots\dots /1/$$

Jeśli przejmujemy, że w przeciętnych warunkach pracownik zużywa:

- α - procent ogólnego czasu pracy na kontakty z przełożonym,
- β - na kontakty z każdym z współpracowników właściwego sobie szczebla;
- γ - na kontakty z każdym z podwładnych, wówczas całkowity czas zużyty na czynności pośrednie /kontakty/ wyniesie:

$$T_p = \alpha + l \cdot \frac{1}{\beta} + k_p \dots\dots\dots /2/$$

Powyższy czas / T_p / traktujemy jako przyczynkowo tylko związany z czynnościami koncepcyjnymi bądź wykonawczymi.

1/ Wprowadzając to założenie świadomie ograniczamy ilość pracowników do specjalistów niezbędnych w danej organizacji, pomijamy zaś pracowników pomocniczych wykonujących funkcje nie związane ze specyfiką organizacji /np. stenotypistki, obsługi środków łączności, gońców itp./.

2/ Przyjmujemy, że w każdym ogniwie jest jednakowa ilość pracowników /np. w omawianym przypadku przyjęto "system czwórkowy"/.

Jeśli natomiast właściwe czasy zużyte wyłącznie i bezpośrednio na czynności koncepcyjne i wykonawcze oznaczymy odpowiednio przez T_k i T_w , wówczas nominalny ogólny czas pracy jednego pracownika wyniesie:

$$T = T_k + T_w + T_p = 1 \dots\dots\dots /3/$$

Efektywność pracownika, zależy nie tylko od jego kwalifikacji w zakresie wykonywania określonych funkcji, lecz również od poziom^u/wyspecjalizowania jego współpracowników i podwładnych, przy czym stopień wzrostu efektywności pracownika jest wprost proporcjonalny do ilości równorzędnych mu współpracowników w danym ogniwie [tj, /l - 1/]. W ten sposób efektywność pracownika można wyznaczyć jako iloczyn z efektywności wynikającej z czynności pośrednich, tj.

$$e' = 1 - T_p = 1 - \left[\alpha + (l - 1) \beta + l \gamma \right] \dots /4/$$

przez wzrost efektywności tegoż pracownika wynikający z l - 1 kontaktów z współpracownikami danej specjalności, tj.

$$e'' = 1 + (l - 1) \xi \dots\dots\dots /5/$$

Przez ξ oznaczamy współczynnik wzrostu efektywności pracownika powstałą w wyniku współpracy z równorzędnymi mu osobami na danym szczeblu w określonej specjalności.

Stąd sprawność całkowitą jednego pracownika wyniesie:

$$E_1 = e' + e'' = \left\{ 1 - \left[\alpha + (l - 1) \beta + l \gamma \right] \right\} \left[1 + (l - 1) \xi \right] \dots \dots \dots /6/$$

Jak wynika z powyższego na wielkość liczbową efektywności, jako pojęcia cgarakteryzującego sprawność organizacji, składa się szereg parametrów / l, α , β , γ , ξ /.

Wartości liczbowe tych parametrów uzyskujemy na drodze obserwacji i pomiarów przeprowadzanych w możliwie dużej ilości organizacji o zbliżonych strukturach i działających w podobnych warunkach. Powołując się na niektóre publikacje^{3/},

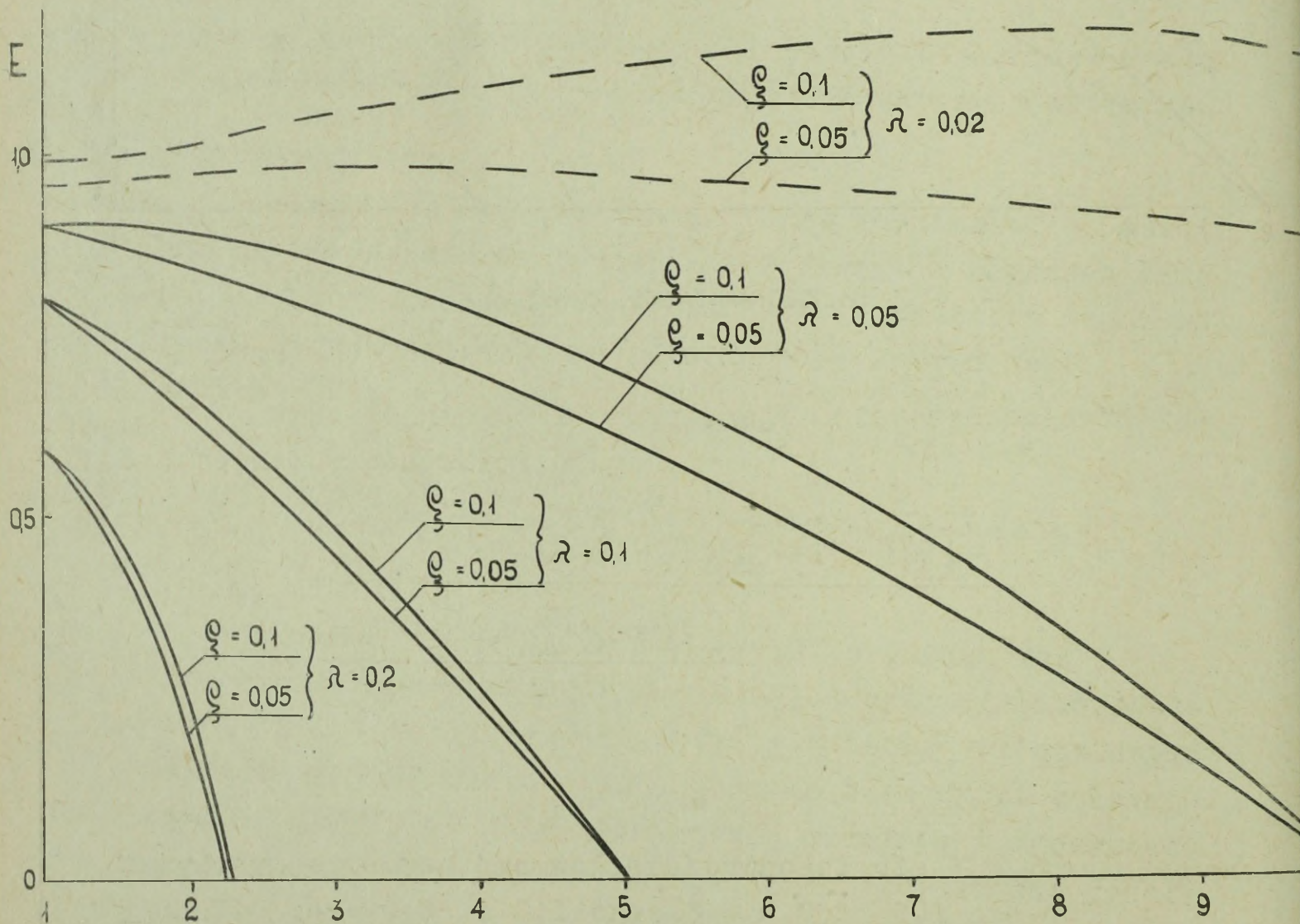
3/ Por. S. Fordham: ORGANISATION EFFICIENCY, Journal of Industrial Economics nr 3/1958, s.209-215.- B. MAXWELL, Oxford 1952.

przyjmiemy, że wzrost sprawności waha się zazwyczaj w granicach od 5 do 10%, a zatem wartość ξ wyniesie od 0,05 do 0,1. Podobnie, wyznaczając wartość parametrów α , β i γ , można przyjąć, że czas każdego kontaktu wynosi od 20 do 40 minut, co np. w stosunku do 7 godzinnego dnia pracy wynosi od 5% do 10%. Jeśli dla uproszczenia modelu założymy, że:

$$\lambda = \alpha = \beta = \gamma$$

wówczas wartość λ wyniesie od 0,05 do 0,1.

Geometryczną interpretację wzoru /6/ przedstawia wykres /rys.2/ wykonany przy założeniu, że $l = 10$, $\xi = 0,05$ i 0,1 oraz $\lambda = 0,02, 0,05, 0,1$ i 0,2.



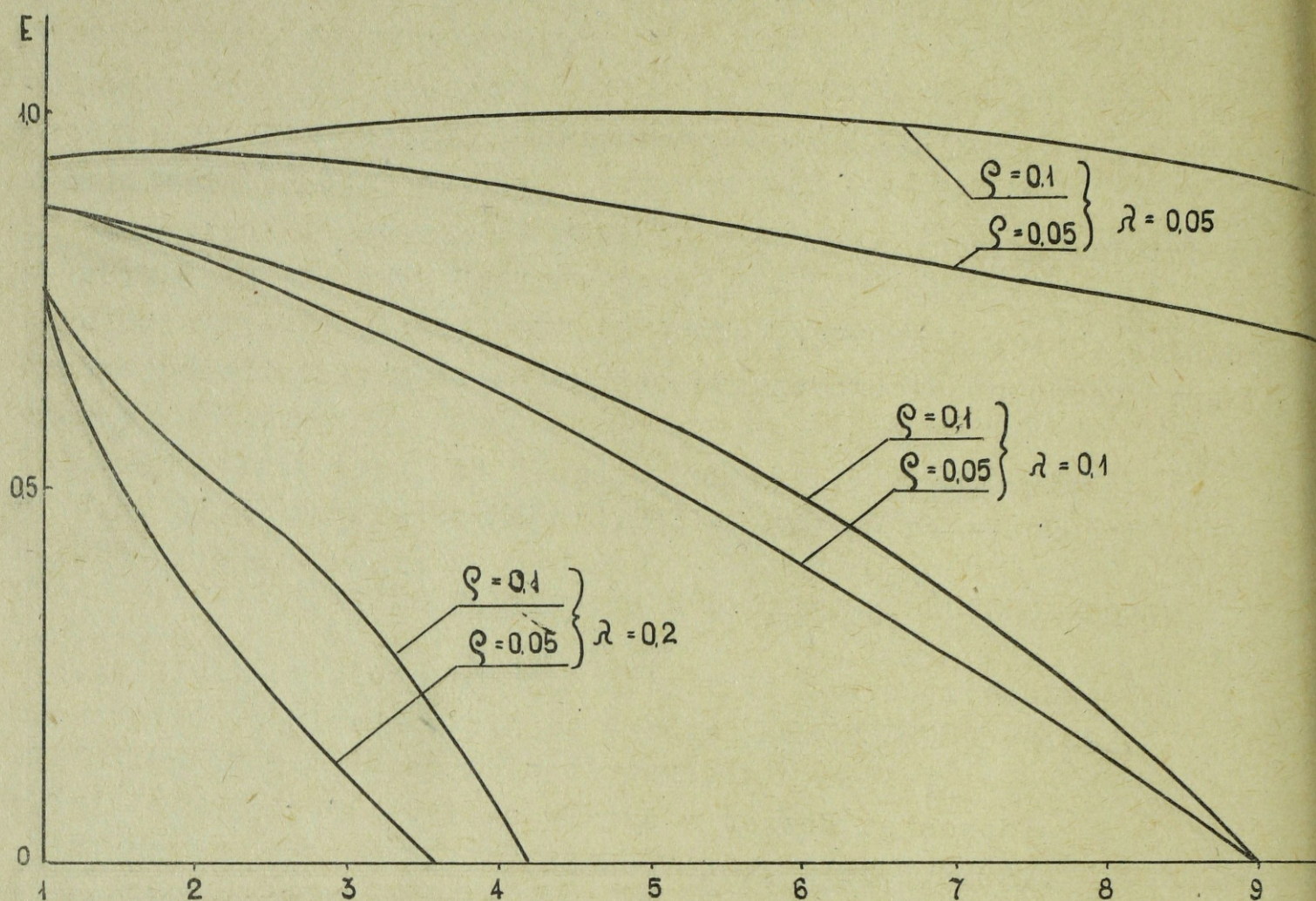
Rys. 2 Krzywe efektywności E_1

Jak można zauważyć zmiany efektywności pracy jednego pracownika kształtują się przede wszystkim w zależności od wartości parametrów α , β i γ /tj. λ / . Innymi słowy: o efektywności jego pracy decyduje czas zużyty na kontakty. Przebieg krzywej dla $\lambda = 0,02$ /linia przerywana/, tj. gdy średni czas trwania kontaktu wynosi 8,4 minuty, świadczy, że w tym wypadku efektywność zmienia się stosunkowo wolniej i w niewielkim stopniu zależy od ilości szczebli w danej organizacji. Ponadto, wzrost ilości kontaktów wewnętrznych w zasadzie nie prowadzi do zwiększenia efektywności organizacji.

Na podstawie powyższych rozważań można uzyskać wzór dla wyznaczenia efektywności całej, np. trzyszczeblowej organizacji: o 4 pionach specjalistycznych:

$$E_{3,4} = 1 - \frac{(\lambda + \varrho)l + 2\lambda(1 - \varrho)l^2 + (\lambda - \varrho + \lambda\varrho)l^3 + \lambda\varrho \cdot l^4}{1 + l + l^2} \quad \dots \quad /7/$$

Analogicznie jak dla wzoru /6/ na rys. 3 przedstawiono przebieg krzywej efektywności $E_{3,4}$ organizacji trzyszczeblowej przy założeniach: $\varrho = 0,1$ i $0,05$ oraz $\lambda = 0,02$, $0,05$, $0,1$ i $0,2$.



Rys. 3 Krzywa efektywności $E_{3,4}$

Odpowiednio, dla organizacji czteroszczeblowej o 4 pionach specjalistycznych:

$$E_{4,4} = \frac{1 - l\lambda + (1+l)(1-2l\lambda)[1+(l-1)\xi] + l^3(1-l\lambda)[1+(l-1)\xi]}{1+l+l^2+l^3} \dots \dots \dots /8/$$

przy czym przebieg krzywej efektywności dla l w granicach od 3 do 7, $\lambda = 0,05$ i $0,1$ oraz $\xi = 0,05$ i $0,1$ nie odbiega od wskazanego na rys.3.

Z powyższego wynika również, że w przyjętym schemacie trzy szczeblowa struktura organizacyjna przy $\xi = 0,1$ i

$\lambda = 0,05$ zapewnia najwyższą efektywność pracy gdy $l = 5$, tzn., że najwyższą wydajność wystąpi w wypadku zatrudnienia 31 Osób / $5 \cdot 5 + 5 + 1 = 31$ /. Z uwagi na stosunkowo nieznaczne wahania efektywności przy l w granicach od 4 do 6 można przyjąć, że ogólna ilość pracowników w trzyszczeblowej organizacji nie powinna przekraczać 43 osób / $6 \cdot 6 + 6 + 1 = 43$ /. Gdyby jednak ilość i zakres zadań wymagał powołania większej ilości pracowników, byłoby bardziej korzystne stworzenie czwartego szczebla niż zwiększanie ilości pracowników na szczeblach istniejących. Np. przy 85 pracownikach i $l = 4$, gdyż $64 + 16 + 4 + 1 = 85$.

Powyższe rozważania uzasadniają m.in., że o efektywności organizacji decyduje wartość parametru λ , tj. czas pracowników zużyty na kontakty wewnętrzne.

Rozpatrzmy z kolei możliwość zwiększenia efektywności organizacji w zależności od zmian wartości parametru ξ /osobista efektywność pracownika/ w warunkach wprowadzenia do składu organizacji odpowiedniego specjalisty /zespołu specjalistów/ lub konsultanta. Różnica między nimi polega na tym, że pierwszy pracuje w organizacji w pełnym wymiarze czasu, jest całkowicie zorientowany w bieżącej sytuacji i na drodze stałych fachowych porad przyczynia się do zmniejszenia ilości kontaktów i czasu ich trwania; drugi natomiast, udziela jedynie doraźnych porad specjalistycznych nie będąc szczegółowo zorientowany w każdej sytuacji.

Z góry można przyjąć, że wpływ obu pracowników na zwiększenie wydajności pracy zależy od przyjętej dla danej organizacji wartości parametru λ . Np. przy $\lambda = 0,2$ wpływ ich nie poprawi efektywności organizacji. Świadczy o tym odpowiednia krzywa efektywności na rys.3.

Rozpatrzmy przykład wprowadzenia do trzyszczeblowej organizacji dwóch specjalistów: po jednym na drugi i trzeci szczebel. Pominiemy przy tym tok wyprowadzenia ogólnego wzoru na efektywność organizacji w tych warunkach. Ostateczna jego postać będzie:

$$E_3 = \frac{1 - (l-1)\lambda + l(1+l\xi') [1 - (2l+1)\lambda] + l^2(1-l\xi') [1 - (l+1)\lambda]}{3 + l + l^2} \quad /9/$$

Wprowadzony nowy parametr ξ' odpowiada znaczenie danemu ξ , lecz wartość jego zmieni się w nowych warunkach.

W porównaniu z organizacją działającą bez specjalistów następuje wzrost efektywności indywidualnej pracowników (ξ'), przy czym im niższa jest efektywność pracowników, tym bardziej opłaca się wprowadzać komórkę specjalistyczną, Np. w organizacji trzyszczeblowej przy $l = 5$ i $\lambda = 0,04$, dla trzech przypadków różnych efektywności indywidualnych, a mianowicie: $\xi = 0,05, 0,075$ i $0,1$ efektywności organizacji bez specjalistów - odpowiednio wyniosą:

$$E_3 = 0,852, \quad 0,942 \text{ i } 0,98.$$

W przypadku wprowadzenia dwóch specjalistów, efektywności indywidualne pracowników odpowiednio podwyższą się do wartości /w/g wzoru /9/ /:

$$\xi' = 0,075, \quad 0,098 \text{ i } 0,125.$$

co w stosunku do ξ stanowi wzrost o 50%, 30% i 21%.

Wprowadzenie komórki specjalistycznej wymaga zapewnienia jej dopływu właściwie wyselekcjonowanej informacji, co nie zawsze można osiągnąć poprzez rozbudowę aparatu pomocniczego /np. środki łączności/. Oczywista, że tych trudności nie można rozwiązywać na drodze zwiększenia stanu osobowego /tj. zwiększenia wartości l lub n /, lecz raczej - usprawnień techniki informacji. I tu właśnie, naszym zdaniem, tkwi jedna z najważniejszych przyczyn trudności w zakresie podwyższania efektywności poszczególnych pracowników i organizacji jako całości. Jak można obecnie sądzić, rozwiązań tego problemu należy szukać w rozwoju teorii informacji.

6.4. EFEKTYWNOŚĆ TRANSPORTU LOTNICZEGO

6.4.1. Sformułowanie zadania.

Z czterech baz lotnictwa transportowego / B_1, B_2, B_3, B_4 /, z których każda dysponuje określoną /ograniczoną/ ilością sprzętu transportowego, należy przerzucić do sześciu rejonów desantowania / R_1, R_2, \dots, R_6 /, znajdujących się na jednym kierunku operacyjnym, pewne ilości wojsk, sprzętu bojowego i zaopatrzenia materiałowo-technicznego. Stan lotnictwa osłony lotniczej podczas przelotu oraz możliwości lotnictwa transportowego każdej bazy pozwalają na wykonanie tylko 1 lotu w ciągu doby. Z planu operacji powietrzno-desantowej wynika, że do poszczególnych rejonów desantowania należy dowozić różny tonaż oddziałów lub partii sprzętu i materiałów, lecz w każdym rejsie tonaż ten może być jednakowy i określony maksymalnymi możliwościami lotnictwa transportowego bazy i przeciętnymi potrzebami w zakresie osłony przelotów przez lotnictwo myśliwskie.

Poniższa tabela /1/ zawiera informacje liczbowe dotyczące powyższego zadania.

Bazy	Ilość samolotów lotn. myśliwskiego niezbędnych do osłony przelotów w przeliczeniu na 1 tonę przewożonego ładunku						Możliwości lotnictwa transportowego bazy /t/
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	
B_1	2	8	11	4	7	9	80
B_2	4	6	9	6	5	7	120
B_3	3	2	5	1	3	10	50
B_4	5	9	2	5	6	3	150
Potrzeby rejonów desant. w 1 rejsie /t/	40	30	50	80	70	80	350

tabela 1

Zadanie polega na opracowaniu optymalnego programu wykorzystania baz lotnictwa transportowego w ciągu 1 rejsu, aby:

- nie przekroczyć możliwości transportowych lotnictwa każdej bazy;
- dowieźć do rejonów desantowania zaplanowany tonaż;
- zużyć jak najmniej sił lotnictwa myśliwskiego do osłony przelotów.

6.4.2. Sformułowanie modelu.

Oznaczmy przez X ilość ton ładunku, który należy przewieźć z pewnej bazy do pewnego rejonu desantowania, np, X_{35} - ilość ton ładunku z bazy B_3 do rejonu R_5 , wówczas w świetle możliwości lotnictwa transportowego można określić następujące warunki, którymi winien odpowiadać ilościowy rozkład tonażu przewożonego z baz.

Pierwszy warunek tego rozkładu przedstawimy w postaci układu nierówności możliwości lotnictwa transportowego:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} &\leq 80 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} &\leq 120 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} &\leq 50 \\ X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} &\leq 150 \end{aligned}$$

Drugi warunek zależności przedstawimy w postaci układu równań wynikających z potrzeb dowozu do poszczególnych rejonów desantowania:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} &= 40 \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} &= 30 \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} &= 50 \\ X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} &= 80 \\ X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} &= 70 \\ X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} &= 80 \end{aligned}$$

Trzeci warunek optymalności rozwiązania mówi o zaangażowaniu minimalnych sił lotnictwa myśliwskiego do osłony przelotów lotnictwa transportowego. A zatem ogólną ilość samoloto-lotów lotnictwa myśliwskiego przedstawimy w postaci równania /posługując się danymi z tabeli /1/.

$$M = 2X_{11} + 8X_{12} + 11X_{13} + 4X_{14} + 7X_{15} + 9X_{16} + 4X_{21} + \\ + 6X_{22} + 9X_{23} + 6X_{24} + 5X_{25} + 7X_{26} + 3X_{31} + 2X_{32} + 5X_{33} + \\ + 1X_{34} + 3X_{35} + 10X_{36} + 5X_{41} + 9X_{42} + 2X_{43} + 5X_{44} + 6X_{45} + \\ + 3X_{46} = \text{minimum.}$$

6.4.3. Rozwiązanie modelu.

Tak obliczeń rozpoczniemy od rozwiązania o którym wiemy, że jest dopuszczalne, a więc możliwe do zrealizowania, choć zdajemy sobie sprawę, że może nie być optymalne.

Wychodząc z danych wyjściowych określających możliwości lotnictwa transportowego i potrzeby rejonów desantowania /tabl.1/ przeprowadzimy następujący i jednocześnie najprostszy podział /tabel.2/, które potraktujemy jako przybliżenie pierwsze:

Bazy	Podział tonażu przewożonego z baz						Z	Możliwość ci Lot. transp. portowego /t/
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆		
B ₁	40	30	10	-4/	+5/	+9/	-4/	80
B ₂	+4/	0/	40	80	-3/	-3/	-1/	120
B ₃	+5/	-4/	-2/	-3/	50	+10/	+3/	50
B ₄	+9/	+2/	-3/	+3/	20	80	50	150
	40	30	50	80	70	80	= 1810 samolo-	
M ₁	80	240	470	480	300	240	tolotów LM.	

Tabela 2.

Przez Z oznaczmy niewykorzystane możliwości transportu lotniczego odpowiednich baz, przez M₁ - ilości samolotów lotnictwa myśliwskiego potrzebnych do osłony konwojów zorganizowanych w myśl programu pierwszego przybliżenia.

Należy zauważyć, że podział obciążeń baz przeprowadzamy w/g tzw. zasady stosowanej przy metodzie "północno-zachodniego kąta", tj. poczynając od lewej górnej klatki przechodzimy kolejno do R₂, R₃ R₆ zapewniamy dostawę do każdego rejonu desantowania zgodnie z planem operacji. W wyniku podziału /tabel.2/

uzyskaliśmy 50 ton niewykorzystanego udźwigu transportowców bazy B_4 .

Powyższy podział tonażu nie uwzględnia jednak warunku o zaangażowaniu jak najmniejszej ilości samolotów myśliwskich do osłony konwojów. W naszym przypadku pierwszego przybliżenia program dowozu wymaga zaangażowania 1810 samoloto=lotów lotnictwa myśliwskiego.

Nie uwzględnienie tego warunku pociąga za sobą niepewność co do rzeczywiście minimalnych potrzeb w zakresie osłony. Z drugiej strony włączenie do rozważań /w obecnym etapie obliczeń/ czynników określających potrzeby osłony skomplikowałoby sam tryb postępowania i niepomiarnie zwiększyłoby pracochłonność obliczeń bez pewności uzyskania właściwego rozwiązania.

Istota zastosowanej metody polega na kolejnym rozpatrywaniu szeregu alternatyw wynikających z przyjętego, /możliwego do zrealizowania, choć jeszcze nie optymalnego/, rozkładu zdolności transportowych baz /tabela 2/. Każdą alternatywę tworzy się m.in. w celu stwierdzenia stanu zużycia sił osłony w wypadku przewiezienia lt. ładunku z odpowiedniej bazy do każdego z tych rejonów desantowania do których nie przewiduje się /w/g tabeli 2/ przewiezienia żadnego ładunku. Analiza tych efektów pozwala wybrać najlepsze alternatywy w danych warunkach i wprowadzić je do obliczeń kolejnego przybliżenia.

Na przykład: gdyby przyjąć, że z B_1 dowiezie się do R_4 1 tonę ładunku, wówczas kombinacja dowozu przedstawiała by się następująco/ por. tabel.2/:

	R_1	R_2	R_3	R_4	
B_1	0/40	0/30	-11/9	+4/1	80
B_2	-	-	+9/41	-6/79	120
	40	30	50	80	

W takim wypadku, aby zachować warunki $B_1 = 80$ i $B_2 = 120$ należy z B_2 do R_4 dowieźć 79 t., a z B_2 do R_3 - 41 t. Ponieważ przy tym transport z B_1 powinien wynieść 80 t., zatem należy zmniejszyć o 1 t. dowóz z tej bazy do jednego z rejonów: R_1 lub R_2 względnie R_3 . Wybieramy wówczas ten rejon do którego dowóz wymaga najskąbszej osłony. Zapis przedstawiamy w formie ułamka: w mianowniku - zmiany w tonażu /o 1 tonę/, w liczniku - nadwyżki lub niedobory w ilości samoloto-lotów wynikłe z takiego podziału obciążeń. W powyższym przypadku kombinacja $B_1 R_4$ przyniosła by w rezultacie: $+ 4 - 6 + 9 - 11 = -4$, tj. zmniejszenie wysiłku osłony o 4 samolotoloty myśliwców. Wynik ten wpisujemy do licznika ułamka w polu $B_1 R_4$ tablicy pierwszego przybliżenia /tabel.2/.

W podobny sposób obliczamy zmiany w wysiłkach osłony wprowadzając kolejne kombinacje.

Na tablicy pomocniczej /3/ przedstawiono kilka kolejnych obliczeń.

	Podział możliwości transp.						Z	Możliwość max	Rezultat:
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B ₁	-2/39	0/30	0/10	-	+7/1	-	-	80	B ₁ R ₅ : +7-2+3-3 = +5
B ₂	-	-	0/40	0/80	-	-	-	120	
B ₃	+3/1	-	-	-	-3/49	-	-	50	
B ₄	-	-	-	-	0/20	0/80	50	150	
B ₁	-2/40	0/30	0/10	-	-	+9/1	-	80	B ₁ R ₆ : +9-2+5-3 = +9
B ₂	-	-	0/40	0/80	-	-	-	120	
B ₃	-	-	-	-	0/50	-	-	50	
B ₄	+5/1	-	-	-	0/20	-3/79	50	150	
B ₁	0/40	0/30	-11/9	-	-	-	1	80	B ₁ Z : -3+6-6+1+9-11 = -4
B ₂	-	-	+9/41	-6/79	-	-	-	120	
B ₃	-	-	-	+1/1	-3/49	-	-	50	
B ₄	-	-	-	-	+6/21	0/80	49	150	
B ₁	-2/39	0/30	+11/1	-	-	-	-	80	B ₂ R ₁ : -2+4+11-9 = +4
B ₂	+4/1	-	-9/39	0/80	-	-	-	120	
B ₃	-	-	-	-	0/50	-	-	50	
B ₄	-	-	-	-	0/20	0/80	50	150	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B ₁	0/40	-8/29	+11/11	-	-	-	-	80	B ₂ R ₂ :
B ₂	-	+6/1	-9/39	0/80	-	-	-	120	-8+6+11-9 = <u>0</u>
B ₃	-	-	-	-	0/30	-	-	50	
B ₄	-	-	-	-	0/20	0/80	50	150	
B ₁	0/40	0/30	0/10	-	-	-	-	80	B ₂ R ₅ :
B ₂	-	-	0/40	-8/79	+5/1	-	-	120	+5-3-6+1 = <u>-3</u>
B ₃	-	-	-	+1/1	-3/49	-	-	50	
B ₄	-	-	-	-	0/20	0/80	50	150	
B ₁	0/40	0/30	0/10	-	-	-	-	80	B ₂ R ₆ :
B ₂	-	-	-9/39	0/80	-	+7/1	-	120	+7-3-9+2 = <u>-3</u>
B ₃	-	-	-	-	0/30	-	-	50	
B ₄	-	-	+2/1	-	0/20	-3/79	50	150	

Pozostałe, przeprowadzone podobnie kombinacje przedstawiamy poniżej w postaci uproszczonej:

B_2Z	- 0	B_3R_1	+ 3	B_3R_2	+ 2	B_3R_3	+ 5
B_4Z	+ 0	B_1R_1	- 2	B_1R_2	- 8	B_3R_5	- 3
B_4R_4	+ 5	B_1R_5	+ 7	B_3R_5	- 3	B_1R_5	+ 7
B_2R_4	- 6	B_3R_5	- 1	B_1R_5	+ 7	B_1R_3	- 11
	- 2		- 5		- 4		- 2
B_3R_4	+ 1	B_3Z	- 0	B_4R_1	+ 5	B_4R_2	+ 9
B_3R_5	- 3	B_4Z	+ 0	B_4R_6	- 3	B_4R_5	- 6
B_1R_5	+ 7	B_3R_5	- 3	B_1R_6	+ 9	B_1R_5	+ 7
B_1R_3	- 11	B_4R_5	+ 6	B_1R_1	- 2	B_1R_2	- 9
			+ 3		+ 9		+ 2
B_2R_2	+ 9						
B_2R_4	- 6						
	- 3						
B_3R_6	+ 10	B_4R_3	+ 2	B_4R_4	+ 5		
B_3R_5	- 3	B_4R_6	- 3	B_2R_4	- 6		
B_4R_5	+ 6	B_1R_6	+ 9	B_2R_6	+ 7		
B_4R_6	- 3	B_1R_3	- 11	B_4R_6	- 3		
	+ 10		- 3		+ 3		

Powyższe czynniki końcowe /z ostatniej kolumny tabeli /3/ i dalszego ciągu obliczeń/ przedstawionych w uproszczonej formie/ wprowadzamy do liczników niezajętych pól tabeli /2/.

Porównując wyniki można stwierdzić, że najkorzystniejsze alternatywy przedstawiają B_3R_2 , B_1R_4 i B_1Z , gdyż pozwalają uzyskać najwyższe oszczędności w użyciu sił osłony /-4/.

Wyberzemy dowolną z nich, np. B_3R_2 i zgodnie z zaleceniem obciążymy bazę B_3 maksymalnym tonażem tj, 50 ton. Pozostały tonaż rozkładamy na poszczególne bazy nie zmieniając jednak w sposób zasadniczy podziału dokonanego w pierwszym przybliżeniu. W rezultacie nowego przybliżonego obliczenia /tabela 4/ uzyskaliśmy zmniejszenie ogólnej ilości samolotów osłony w stosunku do pierwszego przybliżenia o 190 tj. 1620.

przybliżenie drugie

Bazy	Podział tonażu przewożonego						Z	Możliwość Lot. transpor. /t/
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6		
B_1	40	30	0/	10	+2/	+7/	-1/	80
B_2	0/	-4/	-1/	60	60	+3/	-1/	120
B_3	+7/	0/	50	+3/	-6/	+6/	-3/	50
B_4	+2/	0/	+5/	10	10	80	50	150
	40	30	50	80	70	80	= 1620 samolotów LM	
M_2	80	240	250	450	360	240		

tabela 4

Tablicę drugiego przybliżenia uzupełniamy czynnikami określającymi stopień wykorzystania zdolności transportowych baz. Stosując analogiczny tok rozumowania, jak w przybliżeniu pierwszym, zaczynamy obliczenie czynników od alternatywy B_1R_3 : o ile zmieniłaby się ogólna ilość niezbędnych samolotów osłony, gdyby z B_1 przywieźć do R_3 1 tonnę ładunku pod osłoną 11 samoloto-lotów /por. tabela 1/.

Powyższą nadwyżkę w rejonie B_3 najkorzystniej zrównoważyć zmniejszając o 1 tonę dowóz z B_3 do R_3 /kosztem 5 samoloto-lotów/, a następnie - uzupełnić możliwości B_3 przez dowiezienie 1 tonny z B_3 do R_2 /2 samoloto-lotów/, kosztem zmniejszenia o 1 tonę dowozu z B_1 do R_2 /8 samoloto-lotów/. W rezultacie otrzymamy:

$$\begin{array}{r}
 B_1R_3 = + 11 \\
 B_3R_3 = - 5 \\
 B_3R_2 = + 2 \\
 B_1R_3 = - 8 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

Rozpatrując w ten sposób kolejno wszystkie alternatywy /obciążeń o 1 tonnę/ danego przybliżenia, obliczymy czynniki określające stopień wykorzystania zdolności transportowych baz, a tym samym stopień optymalności dokonanego podziału zadań. Otrzymamy zatem:

<u>B₁R₅</u> + 7	<u>B₁R₆</u> + 9	<u>B₁Z</u> - 0	
B ₄ R ₅ - 6	B ₄ R ₆ - 3	B ₄ Z + 0	
B ₄ R ₄ + 5	B ₄ R ₄ + 5	B ₄ R ₄ - 5	
B ₁ R ₄ - 4	B ₁ R ₄ - 4	B ₁ R ₄ + 4	
+ 2	+ 7	- 1	
<u>B₂R₁</u> + 4	<u>B₂R₂</u> + 6	<u>B₂R₄</u> + 9	<u>B₂R₆</u> + 7
B ₂ R ₁ - 2	B ₁ R ₂ - 8	B ₃ R ₃ - 5	B ₄ R ₆ - 3
B ₁ R ₄ + 4	B ₁ R ₄ + 4	B ₃ R ₆ + 1	B ₄ R ₄ + 5
B ₂ R ₄ - 6	B ₂ R ₄ - 6	B ₂ R ₄ - 6	B ₂ R ₄ - 6
0	- 4	- 1	+ 3
<u>B₂Z</u> + 0	<u>B₃R₁</u> + 3	<u>B₃R₂</u> + 2	<u>B₃R₄</u> + 1
B ₄ Z - 0	B ₃ R ₃ - 5	B ₃ R ₃ - 5	B ₃ R ₃ - 5
B ₄ R ₄ + 5	B ₁ R ₃ + 11	B ₁ R ₃ + 11	B ₄ R ₃ + 2
B ₄ R ₄ - 6	B ₁ R ₁ - 2	B ₁ R ₂ - 8	B ₄ R ₄ - 5
- 1	+ 7	0	+ 3
<u>B₃R₅</u> + 3	<u>B₃R₅</u> + 10	<u>B₃Z</u> + 0	<u>B₄R₁</u> + 5
B ₃ R ₃ - 4	B ₄ R ₆ - 3	B ₄ Z - 0	B ₄ R ₄ - 5
B ₂ R ₅ + 5	B ₄ R ₄ + 5	B ₃ R ₃ - 5	B ₁ R ₄ + 4
B ₂ R ₃ - 9	B ₂ R ₄ - 6	B ₄ R ₃ + 2	B ₁ R ₁ - 2
- 6	+ 6	- 3	+ 2

B_4R_2	+ 9	B_4R_3	+ 2
B_4R_4	= 5	B_3R_3	- 5
B_1R_4	+ 4	B_3R_6	+ 10
B_1R_2	- 8	B_4R_6	- 3
	0		+ 5

Jak łatwo zauważyć najkorzystniejszą alternatywę jest B_3R_5 , gdyż przynosi najwyższe oszczędności w siłach osłony /-6/. Stąd też należy z B_3 do R_5 przewieźć maksymalny tonaż tj. 50 t. Wychodząc z tego punktu wprowadzamy poprawkę do rozkładu obciążeń przedstawionego w drugim przybliżeniu /tabl.4 / i otrzymamy w ten sposób tablicę trzeciego przybliżenia /tabl. 5/, która przynosi dalsze zmniejszenie ilości sił osłony do 1310 samoloto-lotów.

przybliżenie trzecie.

Bazy	Podział tonażu przewożonego z baz						Z	Możliwość lot. transpor. /t/
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6		
B_1	40	+4/	+12/	0/	+4/	+9/	40	80
B_2	+4/	30	+6/	60	20	+3/	10	120
B_3	+5/	-2/	+6/	-3/	50	+10/	+2/	50
B_4	+2/	+4/	50	20	+2/	80	+1/	150
	40	30	50	80	70	80		
M_3	80	180	100	460	250	24	= 1310 samoloto-lotów LM.	

tabela 5

Po obliczeniu wyników kolejnych alternatyw okazało się, że powyższy podział obciążeń można poprawić biorąc pod uwagę najkorzystniejszą alternatywę tj. B_3R_4 /-3/. Otrzymamy zatem tablicę czwartego przybliżenia /tabl. 6/.

przybliżenie czwarte

Bazy	Podział tonażu przewożonego z baz						Z	Możliwość lot. trans. portowego/t/
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆		
B ₁	40	+4/	+12/	30	+4/	+9/	10	80
B ₂	+4/	30	+8/	+4/	70	+5/	20	120
B ₃	+4/	+1/	+7/	50	+3/	+12/	+3/	50
B ₄	+2/	+4/	50	+7/	+12/	80	20	150
	40	30	50	80	70	80		
M ₄	80	180	100	170	350	240	= 1120 samolotów.	

tabela 6.

Rozkład obciążeń baz według czwartego przybliżenia przyniósł nowe zmniejszenie wysiłku osłony do ilości 1120 samolotów LM.

Obliczenie wyników kolejnych alternatyw względem pól "nieobciążonych" wykazało brak czynników ujemnych. Dowodzi to, że żądana z rozpatrywanych alternatyw nie daje możliwości dalszego obniżenia wysiłku osłony. Rozwiązanie przedstawione na tabeli 6 jest zatem rozwiązaniem optymalnym i gwarantuje najmniejszy wkład sił osłony konwojów transportowców z baz realizujących zadanie zgodnie z proponowanym podziałem ładunku. Wszelkie inne rozwiązanie spowoduje wzrost wysiłku osłony.

7. UOGOLNIENIA, WNIOSKI KONGOWE I ZARYS PROGRAMU BADAN W ZAKRESIE TEORII EFEKTYWNOŚCI DLA POTRZEB WOJSKA.

Współczesne szybkie tempo narastania jakościowych zmian w zakresie rozwoju środków walki oraz sposobów prowadzenia działań wymaga radykalnego zmodyfikowania dotychczasowych metod porównywania wartości sił stron walczących. Podstawowe prawo walki zbrojnej, mówiące o konieczności zdobycia, utrzymania i stałego podwyższania przewagi ilościowej /materiałnej/ nad przeciwnikiem, nie straciło bowiem na znaczeniu, lecz co więcej, również wymaga jakościowo odmiennego ujęcia i realizowania w praktyce.

Rozwiązanie podstawowej sprzeczności między nieograniczonym zakresem niszczącego działania współczesnych środków walki a ograniczonymi możliwościami produkcji i tworzenia zasobów rzeczowych /materiałowych i ludzkich/ może nastąpić wyłącznie na drodze ścisłej ekonomizacji nakładów materiałowych i energii. Stąd też, niemożna już, naszym zdaniem, traktować przewagi /nadal - ilościowej i jakościowej wyższości nad przeciwnikiem/, jako wyrazu konwencjonalnego dążenia do uzyskania maksymalnie możliwego stosunku w ilościach związków organizacyjnych /liczonego z reguły w/g ilości jednostek kalkulacyjnych - obliczeniowych/. Przewagę, w nowym ujęciu, określa wyższość efektywności użycia dyspozycyjnych /a więc z reguły ilościowo ograniczonych/ sił i środków. Postulat optymalizacji działań w ujęciu kompleksowym /organizacja, planowanie i realizacja/ jest więc argumentem podstawowym w nowym ujęciu teorii przewagi /teorii efektywności/, a rachunek optymalizacji - głównym narzędziem metod badawczych, zarówno w teorii jak i praktyce nauki wojennej.

Obecny stan badań w zakresie ogólnej teorii efektywności sił zbrojnych nie pozwala jeszcze na wyprowadzenie w pełni uzasadnionych uogólnień. Ze względu na trudności obiektywne /jak - luki w materiałach statystycznych w dziedzinie sztuki wojennej, luki w teoretycznych opracowaniach w dziedzinie teorii modeli, brak możliwości korzystania z maszyn matematycznych itp./ celu takiego nie stawiano również przed niniejszą pracą.

W zasadzie znajdujemy się jeszcze na etapie wstępnych badań w zakresie obliczania różnych, wzajemnie nie powiązanych wskaźników efektywności niektórych rodzajów sprzętu bojowego.^{1/} Można sądzić, że poważniejsze wyniki osiągnięto w armiach państw NATO, gdzie metody obliczeń efektywności użycia sprzętu bojowego powiązano z metodami, stosunkowo młodej gałęzi wiedzy stosowanej p.n, badania operacyjne /"Operations Research"/, przy czym i tam rozwiązuje się jeszcze problemy cząstkowe, choć w nieporównanie większym zakresie i w oparciu o tendencje do kompleksowego ujęcia przedmiotu badań [32] . Jeden spośród tego rodzaju przykładów badań kompleksowych /choć jeszcze w ograniczonym zakresie/ stanowią próby badań efektywności działań bojowych wojsk /na szczeblach taktycznych oparte na prawach Lanchestera [33] .

Uwzględniając fakt, że praktyka współczesnego planowania /w szerokim sensie/ uwzględnia już pionierskie próby i wprowadza w życie niektóre wyniki badań teorii efektywności^{2/} nasuwa się konieczność:

1. usystematyzowania metod badań efektywności dla potrzeb wojska w celu powiązania uzyskiwanych na tej drodze wskaźników efektywności poszczególnych działań ekonomiki wojennej ze wskaźnikami efektywności militarnej sił zbrojnych oraz włączenia ich do ogólnej struktury badań teoretycznych w tym zakresie:

1/ Autor nie spotkał dotychczas prac uogólniających z tej dziedziny. Wyjątek stanowią sporadyczne prace przyrządkowe traktujące o obliczaniu efektywności niektórych rodzajów broni. Np.: mjr mgr.inż.A.PONDO: Eksploatacyjna niezawodność sprzętu radioelektronicznego. "Wojskowy Przegląd Lotniczy" nr 3/1961 str.29-40; K. GRZESIAK: Podstawowe zagadnienia teorii niezawodności urządzeń elektronicznych. "Prace Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji" Min. Przemysłu Ciężkiego, Warszawa 1960 nr 30. str. 31-40.

2/ Por. W.Niemczynow /ZSRR/: O konieczności zastosowania matematyki i elektroniki w planowaniu. "Gospodarka Planowa" nr. 5/1061 str.1-7. /Przekład z artykułu zamieszczonego w "Planowoje Chozjajstwo" nr 3/1961/.

W Polsce trwa nadal szeroka dyskusja /od 1955 r./, a cząstkowe wyniki badań realizowane są w procesie planowania. Jedną z komórek zajmujących się tą problematyką jest "Zespół Oceny Metod Efektywności" przy Min. Handlu Zagranicznego.

2. Podjęcia prób przeprowadzenia kompleksowej analizy efektywności działań sił zbrojnych w powiązaniu z ogólną teorią efektywności.

Reasumując, proponowane metody umożliwiają:

1. zastąpienie szeregu, wzajemnie nie powiązanych wskaźników w postaci ilorazowej /stosunków sił/, stosowanych obecnie - jednolitym i ogólnym kryterium efektywności;

2. stosowanie tego kryterium w oparciu o stosunkowo łatwe do uzyskania materiały kalkulacyjne z jednolitego systemu statystycznego;

3. uproszczenie obliczeń przy wprowadzeniu zautomatyzowanych metod rachunkowych;

4. wyprowadzenie systemu określającego zakres stosowalności kryteriów optymalności w zależności od celu i konkretnych warunków w jakich znajdują się siły własne i przeciwnika.

Przedstawiony system jest ogólny, kompleksowy, a zarazem elastyczny, uwzględnia bowiem zarówno podstawowe parametry określające niezącą politykę rozbudowy potencjału ekonomiczno-wojennego kraju, jak też umożliwia rozwiązywanie wielu zadań cząstkowych.

W rozdziale 2 wskazaliśmy na perspektywy praktycznego zautomatyzowania metod rachunkowych. Ta realna perspektywa jest uzależniona oczywiście od spełnienia elementarnych warunków organizacyjnych /powołanie odpowiednich zespołów na szczeblu centralnym/ oraz technicznych /organizacja ośrodków obliczeniowych/. Przedstawiony system stanowi również, naszym zdaniem, racjonalną podstawę formułowania planów operacyjnych, uwzględnia bowiem parametry rachunku sił własnych, jak: ograniczanie dotyczące stanów wojsk, efektywności rodzajów broni oraz możliwości rezerw i zaplecza. Otrzymane na drodze dość żmudnych obliczeń ekonometrycznych kryteria optymalizacji są stosunkowo proste i intuicyjne /kryterium maksymalizacji oszczędności wysiłku wojsk na jednostkę broni, kryterium maksymalizacji "zysków" czy - ograniczonych nakładów efektywności itp./. Dlatego też - choć samo wyprowadzenie tych kryteriów wymagało zastosowania metod ekonometrycznych stosowanie kryteriów optymalizacji w praktyce może być w pewnym zakresie realizowane w oparciu o tradycyjne metody rachunku. Oczywiście, będzie to tylko pierwszy stopień przybliżenia; równolegle

należy stopniowo wprowadzać współczesne, zautomatyzowane metody rachunkowe.

Syntetyczne kryteria efektywności wyprowadzone z kompleksowego układu optymalizacyjnego - jak wskaźnik efektywności krańcowej, układ wartości kierunkowych oraz układ wartości kierunkowo-strukturalnych - stanowią, jak się wydaje, racjonalne i elastyczne instrumenty optymalizacji struktury i kierunków działań sił zbrojnych kierowanych centralnie. Instrumenty te określają wyniki rachunków efektywności prowadzonych na szczeblach wykonawczych i w dowództwach poszczególnych rodzajów broni szczebla centralnego.

Postulowany system pozwala na organiczne powiązanie dyrektyw szczebla centralnego z optymalizacją wyboru dokonywanego na szczeblach bezpośrednich wykonawczych, a zatem z uwzględnieniem konkretnie istniejących warunków. W ten sposób system spełnia postulat realności wyboru, stwarza racjonalną podstawę bieżącego planowania rozbudowy struktury sił zbrojnych oraz aktywizacji ogniw operacyjnych bezpośrednio zainteresowanych w zamierzonych działaniach.

Analiza modelowa pozwoliła zastąpić obecnie, nazbyt nieściskłe, kryteria efektywności oraz zbudować, jak się wydaje, racjonalny i mogący znaleźć zastosowanie praktyczne system obliczania efektywności użycia sił zbrojnych.

Istnieją obiektywne warunki zastąpienia kryteriów błędnych lub zbyt niekładowych kryteriami racjonalnymi i stopniowego wprowadzenia kompleksowego systemu optymalizacji statycznej działań sił zbrojnych.

Program prac operatywnych nad wprowadzeniem i sukcesywnym pogłębianiem systemu powinien, naszym zdaniem, obejmować:

1. Prace metodologiczne.

a/ opracowanie wytycznych zastosowania metod optymalizacji struktury i kierunku rozwoju sił zbrojnych dla potrzeb planowania przyszłych działań;

b/ opracowanie wytycznych zastosowania metod optymalizacji struktury i kierunku rozwoju sił zbrojnych kraju dla potrzeb współdziałania w ramach koalicji;

c/ opracowanie wytycznych zastosowania metod optymalizacji struktury i kierunków rozwoju sił zbrojnych dla potrzeb poszczególnych dowództw rodzajów broni i służb;

d/ opracowanie instrukcji w sprawie stosowania kryterium wyboru rozwiązań, omówionego w rozdz. 3. dla potrzeb wyższych szczebli operacyjnych ogólnowojskowych;

e/ opracowanie racjonalnych zasad wyznaczania wskaźników efektywności poszczególnych rodzajów broni i zespołów na tle systemu analizy efektywności /w dowództwach poszczególnych rodzajów wojsk i służb/;

f/ opracowanie, metody obliczania wpływu zmian kursów strukturalno-kierunkowych sił zbrojnych na ogólny bilans wyników działań, dla potrzeb wyższych szczebli operacyjnych ogólnowojskowych i dowództw rodzajów wojsk i służb;

g/ opracowanie metody obliczania optymalnych wielkości rezerw /zapasów/ dowództw rodzajów wojsk i służb.

h/ opracowanie zasad wzajemnego powiązania wyników rachunku efektywności prowadzonego na szczeblu dowództw planujących rozwój wojsk oraz działania wojenne;

i/ opracowanie analizy przydatności zautomatyzowanych metod rachunkowych /maszyny analogowe, maszyny cyfrowe, maszyny statystyczne/ dla różnych typów rachunków optymalizacyjnych stosowanych w wojsku.

2. Prace statystyczne:

a/ opracowanie statystycznej metody obliczania wskaźników efektywności krańcowej /współczynników efektywności krańcowej/ układu kursów kierunkowych oraz układu kursów strukturalno-kierunkowych;

b/ opracowanie statystycznej analizy korelacji wskaźników efektywności taktyczno-technicznej i techniczno-ekonomicznej dla poszczególnych rodzajów broni i sprzętu bojowego;

c/ sformułowanie zasad aproksymacji statystycznej dla zespołu wojsk /broni i sprzętu bojowego/ i dopuszczalności stosowania metod uproszczonego rachunku efektywności;

d/ określenie statystycznej klasyfikacji zespołów wojsk /broni i sprzętu bojowego/ w celu ustalenia zakresu poprawnej stosowalności poszczególnych kryteriów efektywności /wyprowadzonych w odpowiednich aneksach/;

e/ statystyczna analiza możliwości obrony i osłony wojsk przed ważniejszymi środkami napadu przeciwnika /głównie bmar/.

3. Operatywne rachunki optymalizacyjne dla poszczególnych rodzajów wojsk i służb.

Długookresowy program prac naukowych w dziedzinie zastosowania metod teorii efektywności dla problematyki międzynarodowego podziału produkcji broni /w ramach państw Układu Warszawskiego/ winien, naszym zdaniem, obejmować:

a/ opracowanie metody uwzględniania w modelu rozbudowy sił zbrojnych elastyczności wzajemnych potrzeb i możliwości ich zaspokojenia;

b/ opracowanie metody uwzględniania w modelu problematyki skali produkcji;

c/ opracowanie modelu optymalizacji bieżącej wymiany w ramach państw, U.W. wraz z wyprowadzeniem kryteriów efektywności tej wymiany;

d/ podjęcie próby sformułowania "wspólnej bazy kosztów" broni i materiałów produkowanych w krajach socjalistycznych w oparciu o model optymalizacji bieżącej międzynarodowej wymiany państw U.W.;

e/ sformułowanie warunków modelu autonomicznego systemu kosztów efektywności bieżącej sił zbrojnych;

f/ wstępne sformułowanie dynamicznego modelu optymalizacji dla wymiany międzynarodowej w ramach U.W.;

g/ wstępne sformułowanie dynamicznego modelu międzynarodowego podziału produkcji wojennej w krajach U.W.;

h/ opracowanie metod rachunkowych dla rozwiązywania problemów optymalizacyjnych.

Realizacja powyższego programu prac wymaga stworzenia właściwych warunków organizacyjnych.

W celu wykonania prac operatywnych konieczne jest powołanie zespołu obejmującego oprócz specjalistów z poszczególnych rodzajów broni i służb, ekonomistów, matematyków, statystyków, itp. Ponadto zespół ten powinien mieć możliwość korzystania z konsultacji specjalistów od zautomatyzowanych metod rachunkowych oraz ekspertów R.W.P.G.

Dla realizacji programu prac naukowych najlepszą bazą wydaje się zorganizowanie zespołu na szczeblu Sztabu Generalnego.

Sądząc z wyników dotychczasowych prac prowadzonych w
nnych dziedzinach /np. ekonomii/ można przewidywać, że
koszty prac badawczych nad praktycznym zastosowaniem oma-
wianych metod są niewspółmiernie niskie w stosunku do uzys-
kiwanych efektów.

Jako uwaga natury ogólnej nasuwa się spostrzeżenie, że
omawiane metody teorii efektywności nie mogą być uważane za
automatyczne i mechaniczne sposoby wyznaczania idealnych
rozwiązań. Poszukiwanie takiej metody byłoby przedsięwzię-
ciem utopijnym. Wobec skomplikowanego charakteru zależności
występujących w problematyce wojskowej, jak również nieostrych
przedziałów w jakich one występują, każde, nawet doskonałe
ujęcie modelowe może w szczególnych przypadkach okazać się
zbyt ogólne. Dlatego też rozwiązywanie zagadnień tego typu
wymagać będzie znajomości specyfiki danej dziedziny, jak
również pewnych umiejętności praktycznych. Dopiero w drodze
sukcesywnych przybliżeń daje się osiągnąć corat lepsze wy-
niki z uwzględnieniem dynamicznego charakteru zjawisk.
Istnieje tu bowiem pewna analogia z opracowaniem dobrego
planu oraz sposobem jego realizacji.

BIBLIOGRAFIA

1. ADLER F.P.: Relationships Between Organization Size and Efficiency.: "Management Science", Vol, 7, nr 1/1960, October, s.80-84.
2. AIR FORCE MANUAL. Air Doctrine United States Air Force. Basic Doctrine /1April 1957/ Department of the Air Force. s.19.
3. AKTUELLE UMSCHAU: Das militärische Kraftverhältnisse im Osten. Die Rüstung in Ost und West. "Wehrkunde" nr 2/1961, s.98-100.
4. ALGAZIN A.: "Samostojatelnyje wozduschnyje siły, "Wojennaja Myśl" nr 1/1937. Tłum. "Bellona" nr 3/1937 r. s. 549.
5. ANDERSON O.: Verteilungsfreie /nicht parametrische/ Testverfahren in den Sozialwissenschaften, München 1956 r.
6. ANGIELSKI Regulamin Służby Polowej /Operacje/. Wojsk Instytut Nauk Wyd., Warszawa 1926, s.372.
7. AEMENGAUD, gen.: Vers l'équilibre aérien. "Revue des Deux Mondes" 1. IV.1939. Tłum.: "Bellona" nr 3/1939. s.543 -
8. BECZKIEWICZ Z.: Zarys ekonomiki wojennej. Wyd. Ośrodek nauk społecznych i wojskowych w Warszawie. 1962 r.
9. BELLMAN RICHARD: Dynamic Programming. Princeton University Pres, Princeton 1957. Tłum.z ang. Dinamiczeskoje Programmirowanie. Izdat. Inostrannoj Litieratury, Moskwa 1960, s.400.
10. BERG A., KITOW A., LIAPUNOW A.: Kibernetyka w wojennom diele. "Wojennaja Myśl" 1961. ur.2 s.19-31.
11. BERMAN Cz. Płk.dypl.: Znaczenie potencjału ludzkiego w wojnie współczesnej. "Myśl Wojskowa" nr 9/1961 s.14-41.
12. BLALOCK Hubert S., Jr.: Social Statistics, New York 1960. Mc Graw-Hill Book Co., INC. ss.465.
13. BLOCH Jan: Przyszła wojna pod względem technicznym, ekonomicznym i politycznym. Tom II. Warszawa 1900. Nakł.Gebether i Wolf. ss.707.
14. CHRAMOW F.: Wostoczno-pruskaja operacja. Wogenizdat. Moskwa 1940.
15. CLAUSEWITZ C.: O wojnie. Wyd. MON. Warszawa 1958. t.I, s.316, t. II, s.293.

16. CZECHOWSKI A. dr: Historia wojny rosyjsko-japońskiej. Druk. TOW. Firmowo-Komandyt. Lutosławski, Zamojski i S-ka, Warszawa 1906. s.264.
17. CZECHOWSKI T.: Wstęp matematyczny do analizy przepływów międzygałęziowych. Polskie Wydawnictwo Gospodarcze, Warszawa 1959, s.93.
18. CZUPROW A.A.: Woprosy statistiki. Gosstatizdat CSU SSSR, Moskwa 1960, s.448.
19. DORFMAN R., SAMUELSON P.A., SOLOW R.: Linear Programming and Economic Analysis. New Jork, 1958.
20. ENGELS F.: Anty-Dühring. Wyd. "Książka" Warszawa 1948. s.403.
21. ENGELS F.: Izbrannyje wojennyje proizwiedienija. Wojennoje Izdat. Min. Oborony SSSR, Moskwa 1956. s. 806.
22. ENGELS F. Teoria przemocy. Rola przemocy i ekonomiki przy tworzeniu nowej Rzeszy Niemieckiej. Wyd. "Książka i Wiedza", Warszawa 1961. s.83.
23. FERET St. kpt. Kampania wrześniowa w Polsce w 1939 r. /wojna polsko-niemiecka/. Wyd. ASG. Rembertów 1957 r.
24. FOCH Ferdynand: O prowadzeniu wojny. Warszawa 1925. W Wojsk. Instytut Nauk - Wyd. ss. 411.
25. FULLER I.F.C.: Druga wojna światowa 1939-1945. MON. Warszawa 1958. s.586.
26. GASS Saul I.: Linear Programming. Methods and Applications. New Jork 1958. Mc Graw-Hill Book Comp. Inc.
27. GOROCHOW A.: Jeszcze raz o lnigie "Metodika wojanno-naucz=nogo issledowania "Wojennaja Msśl" 1961 ur. 2 s.92-95.
28. GÖHRING HELGE: Gedanken über die psychologischen Auswirkungen von Atomeinsätzen auf die Truppe. "Wehrwisseuschaftliche Rundschau" nr 2/1960 s.105-108.
29. GRUYZHER C. M.de: Zasady Taktyki, tłum. z III wydania angielskiego. Wyd."Życia" Kraków.
30. HEINSTEIN A.: O studiach nad organizacją wojsk. "Myśl Wojskowa" nr 4/1960, s.28-43.
31. IST DAS ZAHLEUMÄSSGE Übergewicht der Roten Armes auszugleichen?"Der deutsche Soldat" 1961 marz, s.66-67.
32. ISTORIJA Wielikoj Otiecziestwiennoj Wojny Sowietского Sojuza 1941-1945. t.1 i 2: Wojennoje Izdatielstwo Min, Oborony SSSR, Moskwa 1961.

33. IWANIAK J. płk. O czynnikach ekonomicznych w przygotowaniach wojennych Polski przedwrześniowej. Myśl Wojskowa nr 9/1961. s.77-88.
34. JACOBSEN H A., J. ROHWEHR: Entscheidungsschlacht des zweiten Weltkrieges. Verlag für Wehrwesen. Bernard u. Grauffe, Frankfurt am Main, 1960.
35. KELLIG Wolf: Das deutsche Heer 1939-1945. Gliederung-Einsatz - Stellenbesetzung T1/2.
36. KLONOWSKI Z. płk dypl.: Przewaga we współczesnej walce. Zbiór Prac Akademii /ASG/ nr 1/14/1961.
37. KNORR K.: The War Potential of Nations. Princeton, New Jersey. Tłum.: Wojennyj potencjał gosudarstw. Woj. Izdat. Moskwa, 1960. s.392.
38. KNOTEK Jan gen.mjr.: Raketové zbraně a pomer sil. "V ojenstvi" nr 3/1961, s.257-265.
39. KORNIJENKO A.A.: K kritike sowremiennoj tšerorii militarizacii ekonomiki. Wojennoje Izdatielstwo Min. Oborony SSSR. Moskwa 1961. s. 246.
40. KOTARBINSKI T: Z zagadnień ogólnej teorii walki. Wybór Pism. t.1. Wyd. P.W.N. Warszawa 1957. s.547-610.
41. KRAWCZENKO A.gen.mjr., POKROWSKIJ G. gen,mjr.: Těchniczeskij progress i wojennoje isskustwo. "Wojennaja Myśl" nr 7/1960. s.12-24.
42. KREBS A.: Considerations sur l'offensive. "Revue Militaire Générale" nr 9/1937 Tłum. "Bellona" nr 1/1938 s.145.
43. KUKIEL Marian gen.:Zarys historii wojskowości w Polsce. Nakład Krakowskiej Spółdzielni Wydawniczej, Kraków 1929 s. 356.
44. LANGE O. Wstępow do ekonometrii, Wyd. 2, P.W.N. Warszawa 1961 s.414.
45. LANGE O.: Teoria statystyki. Wyd. Pol. Gos. Warszawa 1952.
46. LENIN W.I.: O wojnie, armii i obronie ojczyzny. Wyd. MON, Warszawa 1959. s.560.
47. LINNEARPROGAMMIERUNG im Transportwesen. "Über die Anwendung mathematischer Methoden in der Wirtschaftsplanung. Transpress. Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1961, s.80.
48. ŁAGOWSKI A. Strategia i ekonimika. Tłum.^zros. Wyd. MON Warszawa 1959.

49. MARKS K.: Nędza filozofii. Wyd. "Książka i Wiedza", Warszawa 1949.
50. MARKS K., ENGELS F.: Dzieła Wybrane. Wyd. "Książka i Wiedza", Warszawa 1949.
51. MARS: Siły Zbrojne Niemiec. Wojsk. Instytut Nauk, -Wyd. Warszawa 1931, s.127.
52. MEHRING Franciszek: Pisma Wybrane. Wyd. MON. Warszawa 1960, s.437.
53. MEHRING Franz: Krieg und Politik. Band 1, Militärpolitische und Militärgeschichtliche Aufsätze. Verlag des Ministeriums für Nationale Verteidigung, Berlin 1959. s.574.
54. MELICHOW W.A.: Strategiczeskoje razwiertywanie. Gosud. Wojennoje Izdat. Narkoma Oborony SSSR. Moskwa 1939.
55. MERILL G., GOLDBERG H., HELMHOLZ R.H.: Operations Research. Armament. Launching. Tłum.: Issledowanie operacji. Pusk snariadow. Bojewyje czasti. Izdat. Inostrannoj Litieratury, Moskwa 1959.
56. MILSZTEIN M., SŁOBODIENKO A.: O burżuazyjnej nauce wojennej. Wyd. MON. Warszawa 1957. s.328.
57. MORSE Ph.M., KIMBALL G.E.: Methods of Operations Research. The Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and John Wiley, and Sons., INC., New York 1955. Tłum.: Metody issledowania operacji. Izdat. "Sowietskoje Radio", Moskwa 1956, s.307.
58. MOSSOR Stefan ppłk dypl.: Pokojowe współzawodnictwo potencjałów wojennych. "Bellona" nr 6/1938. s.1001-1042.
59. MOSSOR Stefan: Przewaga. "Bellona" nr 2/1937. s.273-300.
60. MOSSOR Stefan gen.bryg.: Sztuka wojenna w warunkach nowoczesnej wojny. Wyd. W.I.N.W. Łódź 1945. s.662.
61. PERGENT J.: Die atomare "Force de Frappe" Frankreichs - ihr Prinzip und ihre Realisierungsmöglichkeiten. "Wehrkunde" nr 2/1969 s.68-76.
62. PICKERT W.: Vom Wert der zahlenmässigen Stärke im Atomzeit-alter. "Revue Militaire Générale" Février s.200-211.
63. PIORO T.gen.bryg.: Oniespodziewanej napaści. "Myśl Wojskowa", nr 4/1962.
64. POKROWSKIJ G.I.: Nauka i technika w sowremiennych wojnach. Wojennoje Izdat. Min Oborony SSSR. Moskwa 1959. s. 136.

65. POKROWSKIJ G.I.: O wojenno tiechniczieskom prewoschodstwie w sowremiennoj wojnie. "Wojennaja Myśl" nr 10/1956 s.20-30.
66. POLLOCK F.: An Introduction to the History of the Science of Politics. Boston 1960.
67. PONDO A. mjr mgr.inż.: Eksploatacyjna niezawodność sprzętu elektronicznego. "Wojskowy Przegląd Lotniczy" nr 3/1961. s.29-40.
68. POPIEL W. płk w st.: Niektóre problemy psychologiczne pola walki. "Myśl Wojskowa" nr 12/1960 s.42-49.
69. PSROKOWSKI Stanisław mjr.dypl.: Co to jest przewaga? "Bellona" z. i, styczeń-luty 1938, s.17-25.
70. REICHSARCHIV: Der Weltkrieg 1914-1918. Zweiter Band. Verlag bei E.S. Mittler u. Sohn. Berlin 1925.
71. RENAULD P.: Recherche operationelle militaire. "Revue Militaire Generale" nr 9/1960.
72. REUT N.: O srażenii kak jawlenii woorużiennoj borby. "Wojennaja Myśl" 1961 ur. 2 s.32-40.
73. RIAZIN E.: Historia sztuki wojennej. t.II Wyd. MON, Warszawa 1960.
74. RINGEL J.płk.: Der totale Krieg. Der Umfang eines Krieges von morgen. "Militärwissenschaftliche Mitteilungen" nr 12/1937. Tłum.: "Bellona" nr 4/1938 r. s.751-764.
75. ROTHE WILLI: Der revolutionere Krieg. "Wehrkunde" 1960. nr 5. s.259-263.
76. ROŻYCKI Tadeusz płk dypl.: Przewaga "Bellona" nr 3/1937 s.491-514.
77. RUDNICKI Klemens ppłk.dypl.: Rola kawalerii w przyszłej wojnie. "Bellona" nr 4/1938. s.728-740.
78. ROŻYCKI T.płk dypl.: Przewadze i zaskoczeniu. "Bellona" nr 4/1937.
79. SADOWSKI W.: Teoria podejmowania decyzji. Wyd. Pol.Wyd.Gosp. Warszawa 1960, s.330.
80. SAMUELSON P.A.: Zasady analizy ekonomicznej Tytuł oryg.: Foundations of Economic Analysis. Wyd. P.W.N. Warszawa 1959 s.428.
81. SASIENI M., YASPAN A., FRIEDMAN L.: Operations Research - Methods and Problems. John Wiley and Sons, New York 1959.

82. SERPIGNY gen.: Le pétrole et l'automobile dans une guerre mondiale. "Revue des deux Mondes" nr 6"1938 Tłum.: "Bellona" nr 2/1939. s.421.
83. SKIBINSKI J.płk dypl.: O podstawach metodologii socjalistycznej nauki wojennej. "Zbiór Prac Akademii /ASG/ nr 2/15/1961 s. 134-156.
84. SKIBINSKI J.płk dypl.: Stosowanie metod matematycznych w procesie badawczym nauki wojennej. "Zbiór Prac Akademii" /ASG/, nr 4/17/1961, s.115-141.
85. SKOROCHOD Ju. W.: Ocena efektywnosti projektirujemogo korablia. "Morskoj Sbornik" nr 12/1961, s.67-73.
86. STEWART Charles T.: Pojęcie czasu w strategii wojennej. "Wojskowy Przegląd Zagraniczny" nr 2/1960 s.14-27.
87. SYSOJEW W.S.: Ob izmieniienji sodierżania niekotorych poniatij wojenno-morskogo iskustwa. "Morskoj Sbornik" nr 4/1961.
88. SZULC B.: Wskaźnik wpływu różnic strukturalnych na przeciętny wskaźnik. "Przegląd Statystyczny" t.5, nr 3-4/1958 s.321-328.
89. SMITH D.O.: Doktryna wojenna USA. Wyd. MON Warszawa 1957, s.262.
90. THEURING R.: Über den Einfluss des ekonomischer Faktoren in einem modernen Krieg. "Militärwesen", nr 2/1960, s.241-252.
91. THE WEST POINT ATLAS of American Wars 1900-1953. Frederick A. Praeger Publishers, New York.
92. TINBERGEN J.: Wprowadzenie do ekonometrii. Wyd. P.W.N. Warszawa 1957.
93. URLANIS B.C.: Wojny Unarodo-nasielenije Jewropy. Izdat. Socjalno-Ekonomieckoj Litieratury. Moskwa 1960, s.556.
94. WINKLER W.: Podstawowe zagadnienia ekonometrii. Wyd.P.W.N. Warszawa 1957.
95. WISNIEWSKI E.płk dypl.: Niektóre problemy działań zaczepnych wojsk lądowych w początkowym okresie wojny. /Rozprawa doktorska/ Wyd. ASG. maj 1962 r. s.113+XVI.
96. WUNSCH W.: Über den Charakter des modernen Krieges. "Militärwesen", nr 3/1960, s.475-486.
97. WYMOGI sił lądowych potrzebne do uzyskania ruchliwości. "Wojskowy Przegląd Zagraniczny" nr 2/1959. s.5-10.

98. ŻURAWSKI S.: Ekonomia polityczna a matematyka. Zagadnienia metodologiczne. Wyd. PWE. Warszawa 1961. s.269.
99. ZAJONCZKOWSKIJ A.: Mirowaja wojna 1914-1919. t.1, Kampani 1914-1915. Gosud. Wojen. Izdat. Narkom, Oborony SSSR. Moskwa 1938.

