



Grey Scale #13



DANES-PICTA.COM

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

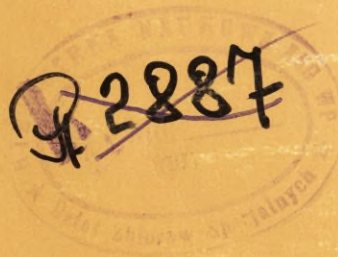


**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

62887

Lot. P4 487

~~do użytku
służbowego~~
POUFNE
Egz. Nr.....



Kpt. mgr inż. Bohdan PAPIERNIK

**MODELOWANIE SYSTEMU
ROZPOZNANIA WOJSKOWEGO
NA SZCZEBŁACH TAKTYCZNYCH
W ASPEKCIE BADANIA EFEKTYWNOŚCI**

Część III

**MODEL SYSTEMU ROZPOZNANIA
DLA BADANIA JEGO EFEKTYWNOŚCI**

Rozprawa doktorska



12332

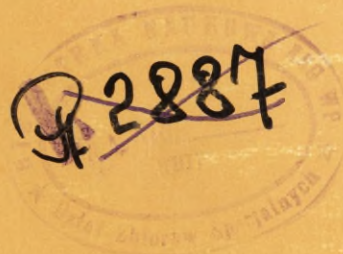
WARSZAWA 1989





AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~do użytku~~
~~slużbowego~~
~~POUFNE~~
Egz. Nr.....



Kpt. mgr inż. Bohdan PAPIERNIK

MODELOWANIE SYSTEMU
ROZPOZNANIA WOJSKOWEGO
NA SZCZEBŁACH TAKTYCZNYCH
W ASPEKCIE BADANIA EFEKTYWNOŚCI

Część III

MODEL SYSTEMU ROZPOZNANIA
DLA BADANIA JEGO EFEKTYWNOŚCI

Rozprawa doktorska



12332

WARSZAWA 1989

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. Gen. KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~
Egz. nr 1

Pracek. Prot. 779/21.08.95 *[initials]*

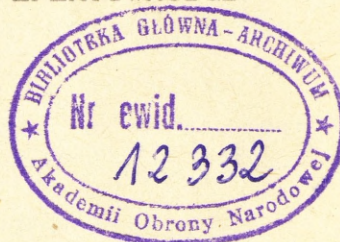
kpt. mgr inż. Bohdan PAPIERNIK



MODELOWANIE SYSTEMU ROZPOZNANIA WOJSKOWEGO NA SZCZEBLACH

TAKTYCZNYCH W ASPEKCIE BADANIA EFEKTYWNOŚCI

Część III



MODEL SYSTEMU ROZPOZNANIA DLA BADANIA JEGO EFEKTYWNOŚCI

ROZPRAWA DOKTORSKA

WARSZAWA

CZERWIEC

1989 r

Str. numer 1
Poz. ew. Ż.R. SF 40
Liczba ark. 46
Ks. (data) RWD/OPF1

==

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP 1

ROZDZIAŁ I WERYFIKACJA NORMATYWÓW POWIERZCHNI OBIEKTÓW
WOJSK PRZECIWNIA

1. Opracowanie algorytmu obliczania powierzchni wieloboku określonego przez wierzchołki o podanych współrzędnych topograficznych lub geograficznych 1

1.1. Wprowadzenie 1

1.2. Założenia wstępne 3

1.3. Algorytm zadania odwrotnego - obliczania odległości pomiędzy dwoma punktami 5

1.4. Algorytm obliczania powierzchni wieloboku 7

2. Przykładowa postać programu obliczeniowego wykorzystującego algorytm z punktu 1.3. 8

2.1. Weryfikacja poprawności algorytmu dla wybranego przykładu 8

2.2. Badanie dokładności obliczeń programu 18

3. Metoda obliczania sumarycznej powierzchni obiektów znajdujących się w pasie rozpoznania 21

3.1. Metoda wykorzystania zawartości zbiorów danych systemu MIKRO-RW 21

3.2. Algorytm obliczania sumarycznej powierzchni obiektów znajdujących się w pasie rozpoznania .. 22

3.3. Przykładowa realizacja algorytmu z punktu 3.2. . 28

4. Porównanie powierzchni pasa rozpoznania i sumarycznej powierzchni zajmowanej przez obiekty ... 29

5. Propozycje nowych normatywów powierzchni zajmowanej przez obiekty wojsk przeciwnika i ich weryfikacja na podstawie danych z ćwiczeń odbytych w latach osiemdziesiątych30

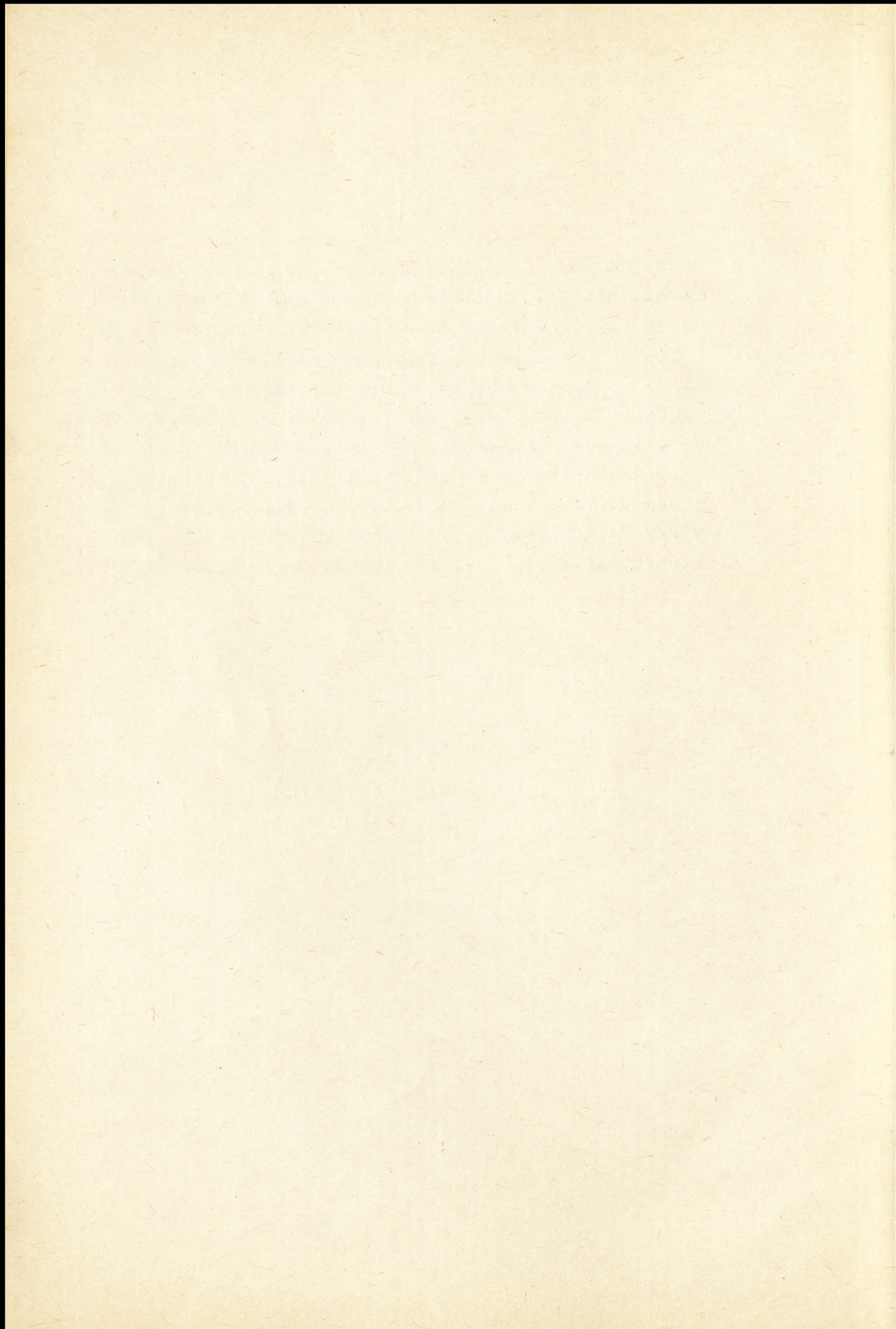
ROZDZIAŁ II OKREŚLANIE ZALEŻNOŚCI POWIERZCHNI OBIEKTÓW
OD STRAT I SYTUACJI TAKTYCZNEJ

1. Ocena wpływu ukończenia obiektu na zajmowaną przez ten obiekt powierzchnię 1
2. Określanie wpływu sytuacji taktycznej w jakiej obiekt znajduje się na powierzchnię zajmowaną przez ten obiekt 2
3. Określenie sumarycznego wpływu ukończenia i sytuacji taktycznej na powierzchnię zajmowaną przez ten obiekt 5
4. Weryfikacja zależności przy pomocy ETO 7

ROZDZIAŁ III MIARA ROZPOZNANIA OBIEKTÓW WOJSK PRZECIWNIKA

1. Parametry charakteryzujące rozpoznanie obiektów przez rodzaje rozpoznania 1
- 1.1. Wstęp 1
- 1.2. Dokładność określenia położenia obiektu przez elementy rozpoznania 2
- 1.3. Minimalny czas pełnego rozpoznania obiektu 5
- 1.4. Miara rozpoznania obiektów przez rodzaje rozpoznania17
2. Określanie zależności pomiędzy powierzchnią zajmowaną przez obiekty a miarą ich rozpoznania

	przez rodzaje rozpoznania	23
3.	Określanie wpływu taktyki stosowanej przez rodzaje rozpoznania na miarę wykrycia obiektów	26
4.	Propozycja metody ustalania wartości współczynników proporcjonalności dla określenia czasu szukania	33
5.	Weryfikacja ustalonych wartości współczynników proporcjonalności na podstawie danych normatywnych	37
	WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW	
	BIBLIOGRAFIA	



1. WSTĘP

Przy konstruowaniu modelu systemu rozpoznania do oceny ex ante natknęliśmy się na braki parametrów i wskaźników uniemożliwiające jego realizację. Posiadając jednak dane z analizy systemowej funkcjonującego systemu rozpoznania i obserwacji instrumentalnej wykonanej przy pomocy SI KULA-5 postanowiliśmy opracować istotne z naszego punktu widzenia fragmenty modelu pozwalające na określenie niezbędnych parametrów i wskaźników. Kolejnymi celami w tej części pracy były:

- zbadanie możliwości obliczenia powierzchni pasa rozpoznania i rozmieszczonych w nim obiektów;
- ocena poprawności norm określających powierzchnię zajmowaną przez obiekty w pasie rozpoznania;
- określenie zależności pomiędzy powierzchnią zajmowaną przez obiekty a ponoszonymi przez nie stratami i sytuacją taktyczną w jakiej obiekty się znajdują;
- określanie miary wykrywania obiektów przez rodzaje rozpoznania.

Proponowane rozwiązania wymienionych problemów mają charakter wstępny. Powinny być dalej uściślone w opracowanym modelu systemu rozpoznania.

Celowo przyjęta fragmentaryczność rozwiązań wynika z konieczności dopasowania konkretnych rozwiązań do możliwości sprzętu i wymagań użytkownika.

Obliczanie powierzchni pasa rozpoznania potraktowane zostało bardzo szczegółowo, ponieważ przewiduje się zastosowanie tego rozwiązania na wszystkich szczeblach

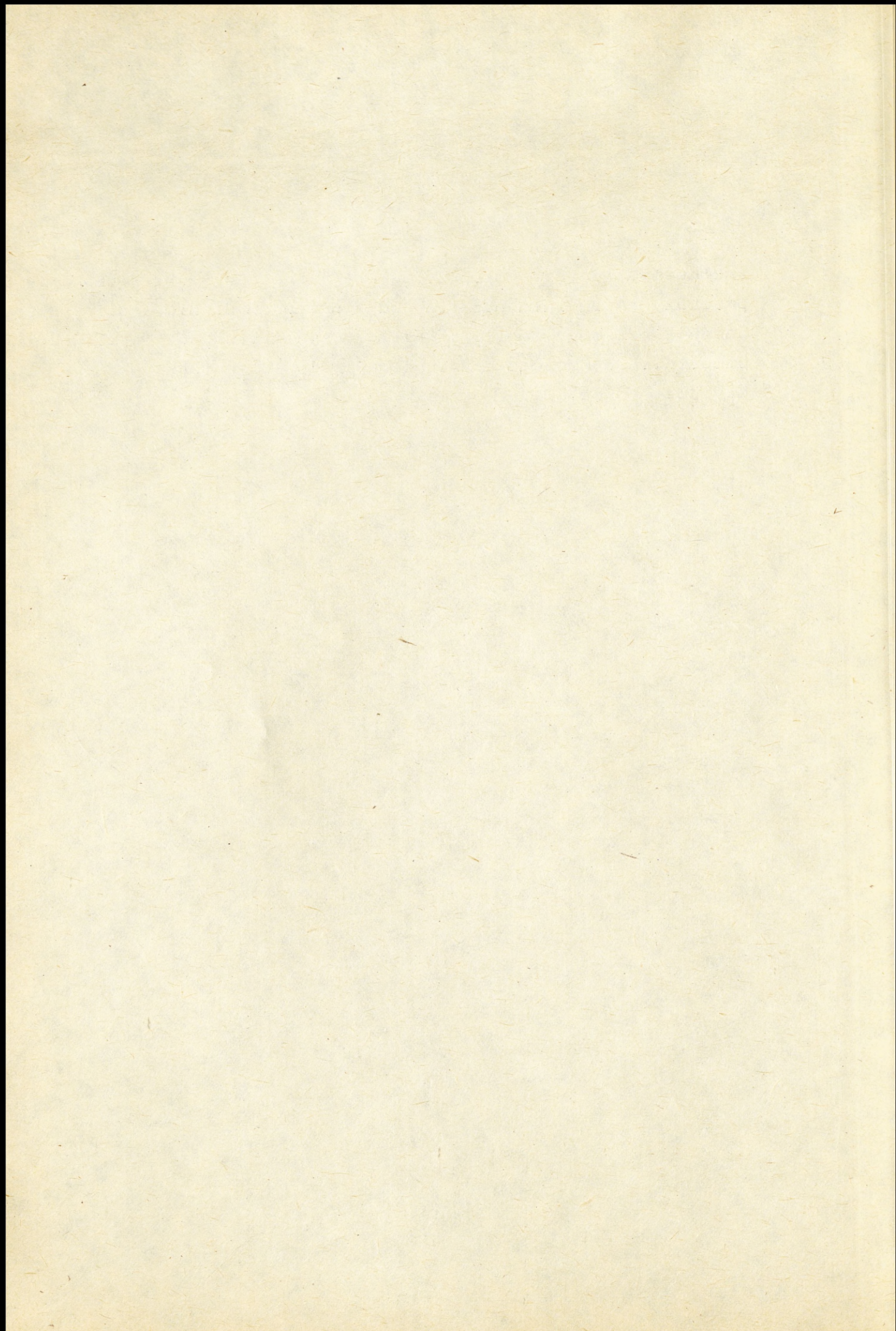
systemu rozpoznania. Omówiono także błędy wnoszone przez zastosowaną metodę wraz z objaśnieniem, dzięki czemu potencjalny użytkownik może sam podjąć decyzję o zastosowaniu metody.

Przyjęte rozwiązanie pozwala na obliczanie odległości do 1500 km z dokładnością lepszą niż 1 m. W prezentowanych załącznikach pokazujemy wyniki obliczone z dokładnością 0.5 m. Czas wykonywania tak dokładnych obliczeń przez mikrokomputer jest krótszy od czasu wprowadzania danych przez operatora. Algorytm obliczeń jest tak opracowany, że pozwala na ograniczenie dokładności obliczeń. W związku z tym do przyszłych użytkowników należeć będzie decyzja, jak dokładnie mają być realizowane obliczenia.

Proponowane w dalszej części powiązanie modelu rozpoznania z istniejącym już systemem MIKRO-RW ma na celu uproszczenie prac przygotowujących informacje niezbędne do eksploatacji modelu. Zasilanie informacjami było zawsze dotąd "wąskim gardłem" modeli i systemów. Wykorzystanie istniejącego i sprawdzonego w działaniu systemu bazy danych pozwoli na istotne oszczędności czasu podczas projektowania modelu rozpoznania. Dzięki wykorzystaniu istniejącego już systemu i przechowywanych w nim danych zmniejszy się nakład pracy na zasilanie informacjami modelu. Większość proponowanych w pracy fragmentów realizuje najbardziej istotne miejsca modelu.

Proponowany przez nas model ma odwzorowywać sytuację idealną. Jest to oczywiście przybliżenie rzeczywistości, ale na poziomie posiadanej przez nas wiedzy o działaniu systemu rozpoznania nie możemy uwzględnić w realizacji modelu oddziaływania nieprzyjaciela na system rozpoznania,

zakłócania przez nieprzyjaciela procesu zbierania i przekazywania informacji. Po przeprowadzeniu dalszych badań będziemy mogli określić czy istnieje możliwość uzupełnienia naszego modelu o oddziaływanie nieprzyjaciela i czy jest to celowe.



ROZDZIAŁ I WERYFIKACJA NORMATYWÓW POWIERZCHNI OBIEKTÓW WOJSK PRZECIWNIA

1. OPRACOWANIE ALGORYTMU OBLICZANIA POWIERZCHNI WIELOBOKU OKREŚLONEGO PRZEZ WIERZCHOŁKI O PODANYCH WSPÓLRZĘDNYCH TOPOGRAFICZNYCH LUB GEOGRAFICZNYCH.

1.1. Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych problemów do rozwiązania jest opracowanie metody skutecznego i szybkiego obliczenia powierzchni pasa rozpoznania. Ze względu na wykorzystywanie tych danych w modelu wymagana jest dokładność obliczeń równa wielkości najmniejszego z rozpatrywanych obiektów. Dokładność taką można osiągnąć wykorzystując metody znane z geometrii lub geodezji. Pas rozpoznania stanowi wielobok o określonych współrzędnych wierzchołków na powierzchni Kuli Ziemskiej. Obliczanie powierzchni każdego wieloboku można sprowadzić do obliczania powierzchni trójkątów składających się na ten wielobok. Obliczenie powierzchni trójkąta określonego przez wierzchołki o podanych współrzędnych topograficznych lub geograficznych jest prostym zadaniem dla trójkąta o długości boków nie przekraczającej 30 km. Stosuje się wówczas wzory geometrii analitycznej do obliczeń na płaszczyźnie. Sprawa komplikuje się dla większej długości boków. Dla większych odległości należy stosować wzory opracowane dla elipsoidy, stanowiącej matematyczny model Kuli Ziemskiej. Obliczenie powierzchni sprowadza się wtedy

do rozwiązania odwrotnego zadania geodezyjnego. Istnieje wiele sposobów rozwiązania tego zadania (Bodemüller w 1954 roku wymienił ich ponad 50, a do 1982 roku liczba ich wzrosła o 30). Występują jednak trudności w przystosowaniu do specyfiki obliczeń komputerowych. Stosowanie pomocniczych tablic, w których zgromadzone są wyniki pośrednie nie jest możliwe do przyjęcia ze względu na objętość tablic, czas przebiegu programu oraz ograniczenie zakresu działania programu tylko do obszaru, dla którego zgromadzono wyniki pośrednie. W pracy zastosowano metodę opracowaną przez Jordana i zmodyfikowaną przez K. Hubeny. Metoda ta nie wymaga stosowania tablic i nie posiada ograniczenia co do obszaru stosowania. Dokładniejsze omówienie tej metody zawarte jest w [2]. Wykorzystując tę metodę oblicza się odległości pomiędzy poszczególnymi punktami i ich azymutów. Dane te są podstawą do obliczania pola trójkąta. Podawana precyzja metody Jordana-Hubeny (w cytowanej pracy metoda ta została przyjęta jako dokładna) i zasięg (przekraczający wielokrotnie wymagania szczebla taktycznego, bo wynoszący ponad 1000 km) pozwalają na stosowanie jej również i do innych celów, a w szczególności do analogicznych badań dla szczebla operacyjnego lub strategicznego.

1.2. Założenia wstępne

Jak wspomniano, model wymaga zastosowania dokładnych obliczeń. Z powodu trudności napotkanych przy adaptacji tego typu metod do realizacji komputerowych należało sprawdzić co najmniej jedną z nich. Zdecydowaliśmy się na metodę opracowaną przez JORDANA i HUBENY. W dalszym ciągu rozprawy podano szczegółowe algorytmy i uzyskane wyniki co umożliwia powtórzenie obliczeń i weryfikację uzyskanych wyników. Czynimy to w celu, ułatwienia wykorzystania w innych zastosowaniach z wykorzystaniem EMC.

Do dokładnych obliczeń przyjmuje się, że geoida stanowi elipsoidę obrotową, dwuosiową. Elipsoida najczęściej przyjmowana do obliczeń nosi nazwę elipsoidy Krasowskiego i charakteryzowana jest następującymi parametrami:

- a - połowa dużej osi elipsoidy - 6378245.00000 m;
- b - połowa małej osi elipsoidy - 6356863.01677 m;
- α - spłaszczenie elipsoidy - 0,0033523298869737;
- e - mimośrodość elipsoidy - 0.081813334022751;
- e' - mimośród drugi elipsoidy - 0.082088521826432.

Pomiędzy wymienionymi parametrami zachodzą następujące związki:

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}$$

W dalszym ciągu pracy stosowane będą następujące oznaczenia :

- i - indeks początkowego punktu linii geodezyjnej;
- k - indeks końcowego punktu linii geodezyjnej;
- m - indeks oznaczający wartość średnią danej wielkości;
- A_i - azymut linii geodezyjnej w punkcie P_i ;
- B_i - szerokość geograficzna na elipsoidzie w punkcie P_i ;
- L_i - długość geograficzna na elipsoidzie w punkcie P_i ;
- α_i - azymut łuku koła wielkiego w punkcie P_i ;
- δ_{ik} - długość łuku koła wielkiego między punktami P_i i P_k ;
- $\Delta B=b$ - różnica szerokości geograficznych na elipsoidzie;
- $\Delta L=l$ - różnica długości geograficznych na elipsoidzie;
- s_{ik} - długość łuku linii geodezyjnej między punktami P_i i P_k ;
- U_i - szerokość zredukowana w punkcie P_i ;
- wsp1 - współczynnik zamiany miary łukowej na kątową;
- $\Delta \lambda$ - różnica długości geograficznych na kuli.

1.3. Algorytm zadania odwrotnego - obliczania odległości pomiędzy dwoma punktami

1. Obliczenie szerokości zredukowanych

$$\operatorname{tg} U_i = \frac{b}{a} * \operatorname{tg} B_i = \sqrt{1 - e^2} * \operatorname{tg} B_i$$

2. Obliczenie współczynników K_s i K_l dla średniej szerokości według wzorów (załącznik nr 1).

3. Obliczenie różnicy długości geograficznych według wzoru:

$$\Delta\lambda = l * K_l$$

4. Rozwiązanie biegunowego trójkąta sferycznego na podstawie znanych wielkości U_i , U_k , $\Delta\lambda$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{\sin \Delta\lambda}{(\operatorname{tg} U_k - \operatorname{tg} U_i * \cos \Delta\lambda) * \cos U_i} = \frac{\sin \Delta\lambda}{x} ;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{\sin \Delta\lambda}{(\operatorname{tg} U_i * \cos \Delta\lambda - \operatorname{tg} U_k) * \cos U_k} = \frac{\sin \Delta\lambda}{z} ;$$

$$\operatorname{tg} \delta_{ik} = \frac{\sin \Delta\lambda * \sin \alpha_i + x * \cos \alpha_i}{(\operatorname{tg} U_i * \operatorname{tg} U_k + \cos \Delta\lambda) * \cos U_i} ;$$

5. Obliczenie odległości pomiędzy punktami.

$$s_{ik} = \frac{a * \delta_{ik}}{\operatorname{wsp}1 * K_s} = 30.92260437 * \frac{\delta_{ik}}{K_s}$$

Szczegółowa postać algorytmu wraz z przykładem

zawartym w [2] jest przedstawiona w załączniku 2.

1.4. Algorytm obliczania powierzchni wieloboku

Dla potrzeb geodezji wyższej obliczenia powierzchni dokonuje się tylko dla obszarów o długości boku nie przekraczającej 30 km. W szczególnym przypadku, jakim jest obliczanie powierzchni trapezu na elipsoidzie obrotowej ograniczonej przez dwa południki i dwa równoleżniki obliczenia są prowadzone dla większych długości boku. Jest to jednak przypadek szczególny i nie możemy go z tej przyczyny wykorzystać w pracy. Zmuszeni jesteśmy więc do adaptacji metody z geometrii analitycznej. Proponowana przez nas metoda będzie polegać na obliczeniu powierzchni wieloboku jako sumy powierzchni trójkątów składających się na ten wielobok. Boki trójkątów i ich azymuty obliczone zostaną z wykorzystaniem podanego w punkcie 1.3. algorytmu. Powierzchnię trójkąta obliczymy z wzoru wykorzystującego długość dwu boków i wielkość kąta zawartego pomiędzy nimi.

2. PRZYKŁADOWA POSTAĆ PROGRAMU OBLICZENIOWEGO WYKORZYSTUJĄCEGO ALGORYTM Z PUNKTU 1.3.

Przedstawiony w załączniku 2 algorytm pozwala na obliczenie:

- odległości pomiędzy dwoma punktami na geoidzie (położonymi nie dalej niż 1600 km od siebie);
- azymutu linii łączącej dwa punkty na geoidzie.

Wadą tego algorytmu jest dość skomplikowana postać wzorów, która uniemożliwia praktycznie jego zastosowanie bez wykorzystania komputera. Sądzymy, że jest to algorytm możliwy do wykorzystania w dalszych etapach naszej pracy. Przed wykorzystaniem tego algorytmu wykonamy sprawdzenie dokładności obliczeń przyjętej metody przy zastosowaniu dostępnych środków.

2.1. Weryfikacja poprawności algorytmu dla wybranego przykładu

W celu weryfikacji przyjętego algorytmu przed jego zastosowaniem w dalszych obliczeniach wykorzystaliśmy program MathCAD wersja 1.1a 1986 firmy MathSoft Inc. Podejście takie umożliwia uniknięcie błędów wynikających z pomyłek przy kodowaniu programu lub specyficznego, nie zawsze opisanego działania danej implementacji języka. Wykorzystując program MathCAD posługujemy się notacją naturalną, co ułatwia kontrolę.

Różnice występujące między wynikami uzyskanymi w [2] a wynikami otrzymanymi przy realizacji algorytmu programem MathCAD mogą wynikać z określonej dokładności obliczeń

stosowanej przez autora (niestety autor [2] nie podał metody realizacji i środków z jakich korzystał przy wykonywaniu obliczeń). Porównanie otrzymanych wyników świadczy jednak o pewnych, niewielkich rozbieżnościach. Ich przyczyną jest prawdopodobnie inna precyzja obliczeń stosowana przez autora pracy [2].

Na podstawie analizy załącznika 3 możemy stwierdzić, że maksymalna wartość różnicy azymutu wynosi 59.95 sekundy (tylko w jednym przypadku - pozycja 16 - odległość 1074.160 km, azymut $287^{\circ}43'25''$) jest prawdopodobnie przypadkowym błędem autora [2] i nie neguje poprawności algorytmu. Ponieważ średni błąd azymutu wynosił 2,3505993 sekundy uważamy, że jest to dokładność zadowalająca w przypadku naszych obliczeń. Błąd o tej wartości powoduje powstanie błędu powierzchni o wartości przedstawionej w załączniku 4. Należy ponadto zauważyć, że błąd azymutu i odległości był liczony względem wyników podanych w pracy [2]. Ponieważ wyniki te nie posiadały żadnego komentarza wykonano porównanie z materiałami zatwierdzonymi do użytku w Wojsku Polskim. Omówienie tego porównania jest przedstawione w punkcie 2.3. Dalsza analiza błędów służy jedynie do kontroli poprawności interpretacji algorytmu zamieszczonego w [2].

W różnicach pomiędzy wynikami otrzymanymi w pracy [2] i prezentowanej powyżej metodzie nie zauważa się systematycznej zależności od azymutu lub odległości. Pozwala to przypuszczać, że wynikły one tylko z innej dokładności obliczeń i wynikających z tej przyczyny zaokrągleń.

Podobnie wygląda sprawa z odległością. Maksymalna wartość różnicy odległości wynosi 13.244 m (pozycja 19 -

odległość 1670.319 km, azymut $258^{\circ}38'13''$). Średnia wartość błędu odległości w całym badanym zakresie wynosi 4,03 m. Należy jednak uwzględnić, że zakres badanych odległości przekraczał znacznie potrzeby systemu na szczeblu taktycznym. Testowanie jednak algorytmu dla punktów tak bardzo odległych pozwala na stwierdzenie pełnej przydatności metody również i na szczeblu operacyjnym. Pozwoli to na wykorzystanie tego jednego algorytmu zarówno do realizacji modelu na szczeblu taktycznym i operacyjnym. Dla odległości około 600 km różnica nie przekraczała 1 m. Ilustracja graficzna przedstawiona jest na kolejnych rysunkach.

Rysunek 2.1.1 pokazuje lokalizację punktu początkowego i poszczególnych punktów końcowych na siatce współrzędnych geograficznych. Widać tu, że badane były odległości w przedziale od około 500 km do 1600 km we wszystkich możliwych kierunkach. Taka lokalizacja punktów końcowych pozwala nam na sprawdzenie ewentualnych zależności poprawności działania algorytmu od azymutu linii łączącej punkty lub odległości pomiędzy nimi.

Rysunek 2.1.2 prezentuje różnice jakie występują pomiędzy wynikami zaprezentowanymi w [2], a wynikami uzyskanymi przy realizacji algorytmu za pomocą MathCAD. Różnice azymutu są mniejsze niż jedna sekunda (poza punktem 16 - prawie jedna minuta różnicy). Istnienie tak małych różnic jest wyraźnym świadectwem poprawnego działania algorytmu, a jeden inny wynik może być spowodowany przypadkową pomyłką autora [2]. Różnice odległości są zawarte w przedziale od jednej dziesiątej do kilkunastu metrów. Dopiero jednak analiza lokalizacji punktów, azymutów linii łączących i odległości pomiędzy nimi umożliwi

pełniejszą ocenę wyników. W takim zestawieniu ocenić możemy jedynie wielkość bezwzględną różnic niezależnie od innych parametrów. Stosowanie skali logarytmicznej pozwala na pełniejsze zobrazowanie różnic dużych i małych.

Rysunek 2.1.3 pozwala na ocenę wpływu odległości na wielkość różnicy azymutów. Z rysunku tego nie wynika istnienie liniowej zależności różnicy azymutu od odległości. W całym badanym przedziale odległości różnice azymutu są nierównomiernie zróżnicowane. Dla odległości $\sim 1100\text{km}$ występuje zarazem maksymalna i minimalna wartość różnicy. Jest to widocznym przykładem braku zależności pomiędzy różnicą azymutu a odległością pomiędzy punktami.

Rysunek 2.1.4 prezentuje zależność różnicy azymutu od azymutu linii łączącej punkty. I w tym przypadku nie znajdujemy regularności w występowaniu różnic azymutu. Dla linii o azymutach zbliżonych do azymutu linii z maksymalną różnicą azymutu występują najmniejsze różnice azymutu. Jest to jeszcze jedno potwierdzenie przypadkowości największej różnicy.

Rysunek 2.1.5 przedstawia różnice odległości w zależności od długości linii łączącej punkty. Nie jesteśmy tu w stanie stwierdzić zależności różnicy odległości od długości. Różnice największe występują dla długości niewiele różnych od odległości przy których występują najmniejsze różnice.

Rysunek 2.1.6 przedstawia różnice odległości w zależności od azymutu linii łączącej punkty. I tutaj nie ma wyraźnego związku pomiędzy różnicami odległości a azymutem.

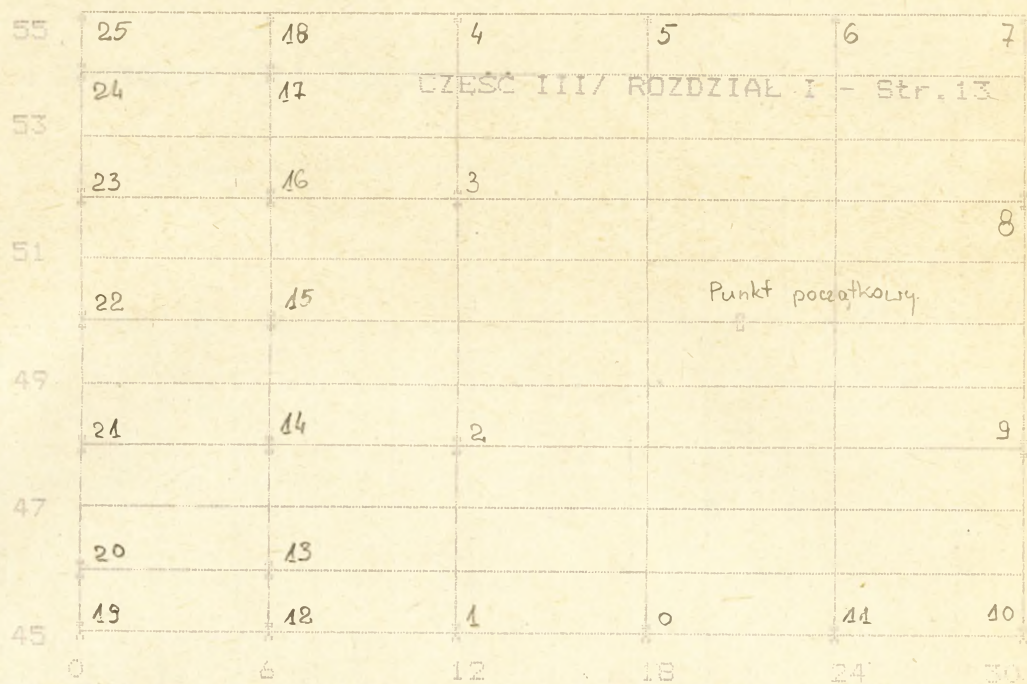
Rysunek 2.1.7 przedstawia wartość względnego błędu azymutu w funkcji odległości. Na podstawie tego wykresu

Jesteśmy w stanie stwierdzić, że wyniki otrzymane z obliczeń przekraczają swoją dokładnością, dokładność przyrządów pomiarowych. Tylko jeden względny błąd przekroczył wartość 0.01 promila (i jest to błąd w punkcie 16, prawdopodobnie pomyłka rachunkowa autora [2]). Tak duża dokładność spotykana jest jedynie w przyrządach najwyższej klasy. Również po analizie błędu względnego nie znajdujemy podstaw do szukania jakiegokolwiek systematyczności różnic.

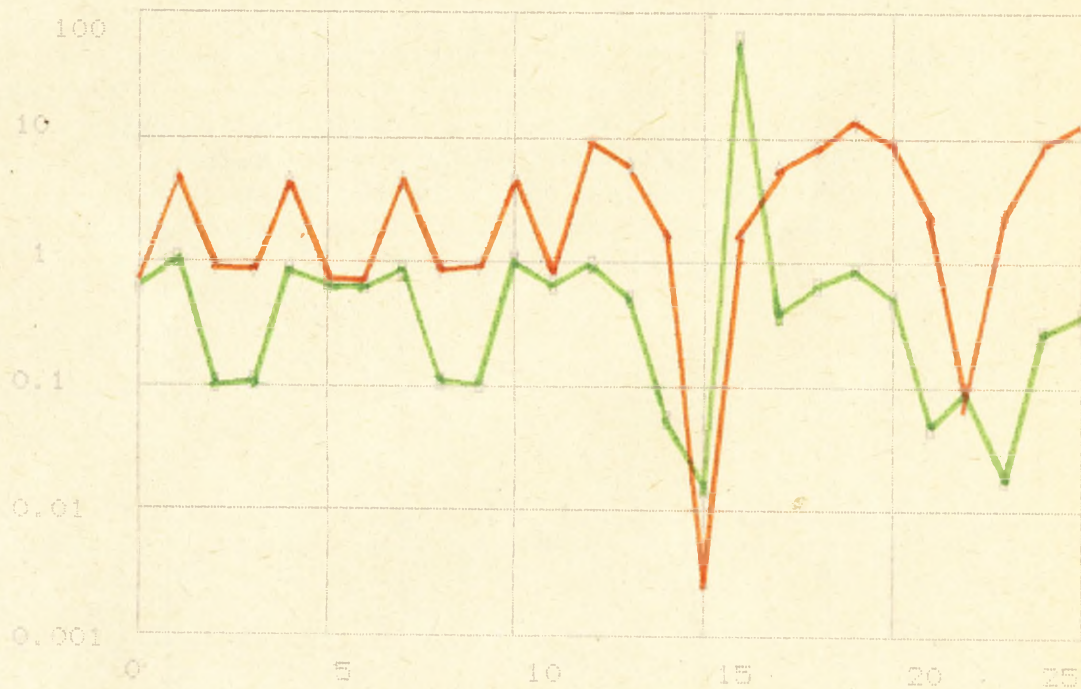
Rysunek 2.1.8 przedstawia względny błąd azymutu w funkcji azymutu. Nie można się tu doszukać systematycznej zależności pomiędzy azymutem linii łączącej dwa punkty a błędem jego określenia.

Rysunek 2.1.9 przedstawia względny błąd odległości w funkcji odległości. W tym miejscu należy zauważyć wysoką zgodność wyników (największy błąd nie przekracza 0.01 promila). Nie ma podstaw do szukania zależności pomiędzy błędem odległości a odległością pomiędzy punktami.

Rysunek 2.1.10 przedstawia względny błąd odległości w funkcji azymutu. I w tym przypadku nie widzimy zależności, która dyskwalifikowałaby algorytm dla określonych azymutów lub odległości. Na uwagę zasługuje również fakt wysokiej zgodności wyników.



Rys. 1. Położenie pkt początkowego i pkt końcowych



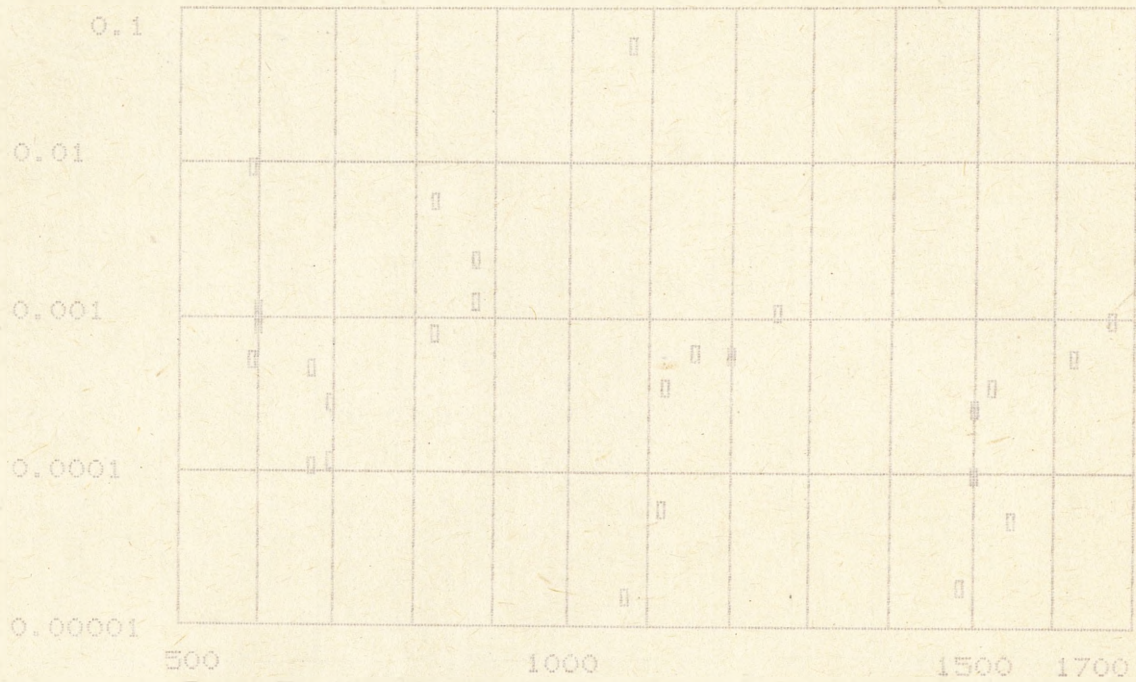
Rys. 2. Błędy azymutu i odległości dla kolejnych punktów

prostokąty — moduł różnicy azymutu w sekundach
 romby — moduł różnicy odległości w metrach
 rzędna — skala logarytmiczna
 odcięta — skala liniowa, numer punktu końcowego

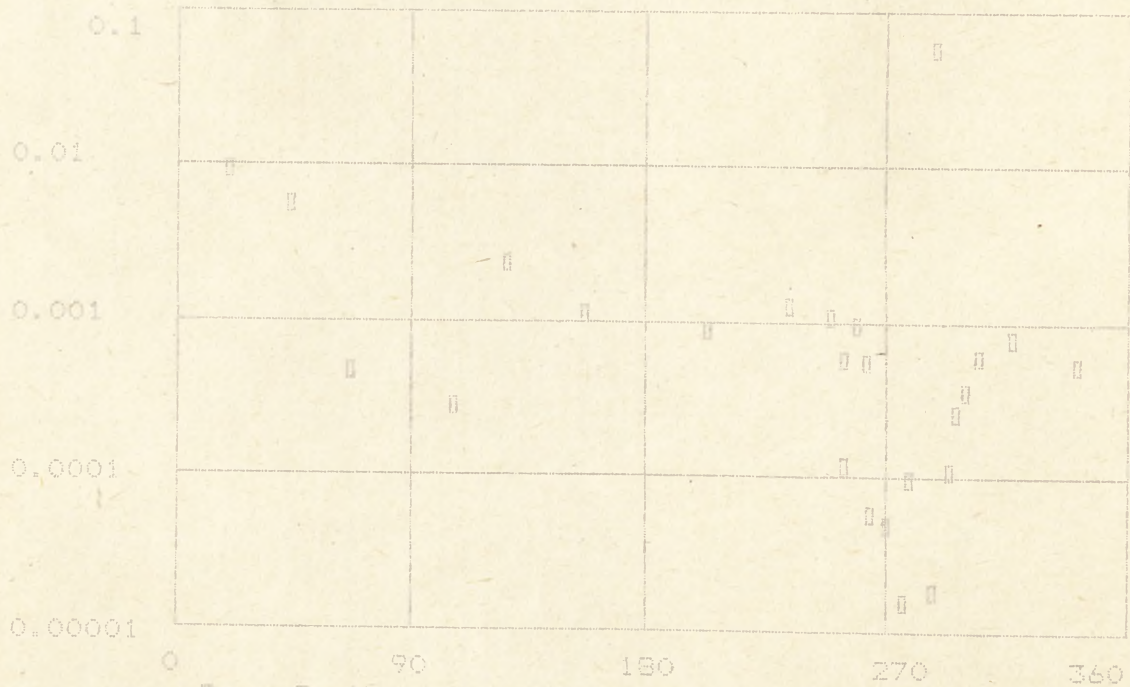


Rys. 3. Błąd azymutu w funkcji odległości
 rzędna - różnica azymutu w sekundach
 odcięta - odległość w kilometrach

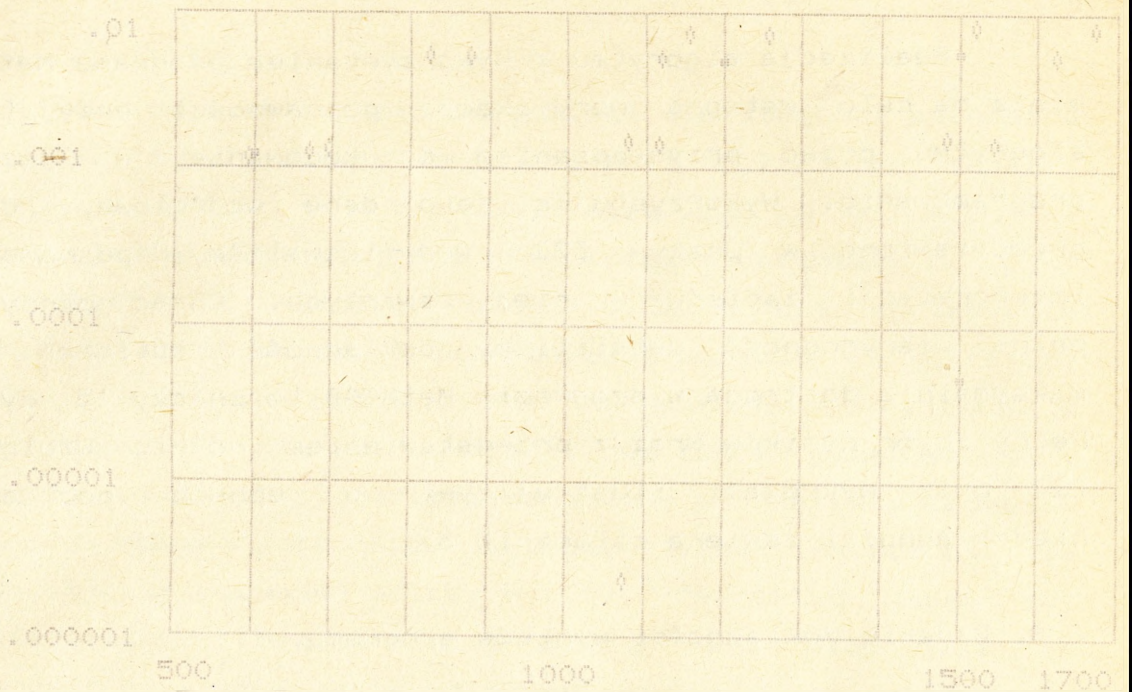




Rys. 7. Względny błąd azymutu w funkcji odległości
 rzędna - względny błąd azymutu w promilach
 odcięta - odległość w kilometrach



Rys. 8. Względny błąd azymutu w funkcji azymutu



Rys. 9. Względny błąd odległości w funkcji odległości
 rzędna - względny błąd odległości w promilach
 odcięta - odległość w kilometrach



Rys.10. Względny błąd odległości w funkcji azymutu
 rzędna - względny błąd odległości w promilach
 odcięta - odległość w kilometrach

Realizacja algorytmu z wykorzystaniem programu MathCAD miała na celu wstępną weryfikację poprawności przyjętego algorytmu przed przystąpieniem do kodowania w języku programowania. Wykorzystując jako dane wejściowe, dane przedstawione w pracy [2] weryfikowaliśmy poprawność interpretacji zapisów w niej zawartych. Chcąc otrzymać pełną wiarygodność ustaliliśmy dokładność obliczeń na maksymalnie dostępną w programie MathCAD to znaczy 15 cyfr. Pełny zbiór wyników wraz z przedstawieniem różnic względem [2] oraz wykresami ilustrującymi w sposób poglądowy niedokładności zawiera załącznik 3.

2.3. Badanie dokładności wyników programu.

Kolejnym etapem weryfikowania algorytmu było zakodowanie go w języku C w postaci procedury dołączanej do programów napisanych w języku Clipper. Przykładowa postać procedury realizującej ten algorytm zawiera załącznik 5 (Osobom zainteresowanym powtórzeniem eksperymentu podajemy, że kompilacja została wykonana przy pomocy kompilatora firmy Lattice C wersja 2). Sposób wykorzystywania tej procedury przez programy w języku Clipper przedstawiają przykładowe programy w załącznikach 6 i 8.

Do testowania algorytmu zakodowanego w języku C jako źródło faktów do analizy przyjęto tabelę nr XVII [3], gdzie podane są długości południków i równoleżników dla szerokości geograficznej Polski. Ponieważ jest to materiał zatwierdzony do wykorzystania w Wojsku Polskim i podczas testowania otrzymaliśmy bardzo małe różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi z programu, a danymi zamieszczonymi w cytowanej

tabeli nr XVII [3].

Różnice w obliczonej odległości dla długości południka około 100 km były często mniejsze niż dokładność tabeli. Największa wartość tego błędu wynosiła 23,8 cm (w dwóch -na 48 przykładów). Dla długości równoleżnika różnice te były systematyczne i wynosiły około 0,52 m dla przedziału odległości od 60 km do 70 km. Ponieważ wartości te obliczane są dla $\alpha \cong 90^\circ$ nie można uzyskać dokładniejszych wyników. W mikrokomputerach nie można określić wartości tangensa 90° . Przyjęta w matematyce wartość oznaczana ω (nieskończoność) jest przyjmowana jako duża liczba, jednak skończona. Ze specyfiki zastosowanej metody wynika, że tylko jeden bok będzie liczony z błędem $\sim 0,5$ m dla 70 km. Błąd jaki to spowoduje przy obliczaniu pola powierzchni pasa rozpoznania będzie miał wartość $0,025 \text{ km}^2$.

Uznajemy, że zarówno proponowany algorytm jak i proponowana przez nas metoda jego wykorzystania spełniają wymagania wysokiej wiarygodności i powtarzalności wyników.

Do testowania dokładności obliczania pola powierzchni wykorzystaliśmy przykłady zaprezentowane w [5] i [6]. Są to przykłady specyficzne, ponieważ polegają na obliczaniu powierzchni trapezu ograniczonego równoleżnikami i południkami. Geodezja wyższa zajmuje się bowiem tylko obliczaniem długości i azymutu na duże odległości. Powierzchnia bywa w geodezji liczona tylko dla małych odległości (to znaczy nie większych niż 30 km), a więc stosuje się tu wzory geometrii analitycznej na płaszczyźnie. W praktyce pas rozpoznania nigdy nie ma tej postaci i dlatego też metoda tam prezentowana nie może być wykorzystywana w naszych obliczeniach. Przykłady te

dostarczają danych, które porównujemy z wynikami otrzymanymi przy wykorzystaniu proponowanej przez nas metody. Wyniki porównania dokładności obliczania pola powierzchni przedstawia załącznik B.

Dla przykładu 1, gdzie pole powierzchni wynosi około 1100 km^2 uzyskaliśmy wynik różniący się od wzorcowego o mniej niż 0.008 km^2 . Jest to więc różnica mniejsza niż powierzchnia najmniejszego z rozpatrywanych obiektów. Dla drugiego przykładu, gdzie pole powierzchni wynosiło około 8000 km^2 różnica pomiędzy wartością obliczoną a wzorcową jest mniejsza niż 0.15 km^2 co w odniesieniu do wielkości obliczanego pola powierzchni również nie jest dużym błędem.

Metoda przyjęta przez nas zapewnia dokładność większą niż powierzchnia najmniejszego obiektu. Maksymalna wartość błędu popełnianego przy stosowaniu naszej metody nie przekracza bowiem 0.04 km^2 dla najgorszego przypadku, a praktycznie lepsza niż 0.01 km^2 . Jest więc to, dokładność wystarczająca i gwarantująca pełną wiarygodność wyników. Błędy jakie tu wystąpią są pomijalnie małe.

Można więc przyjąć, że odwzorowywanie pasa rozpoznania jest możliwe do zrealizowania przy wykorzystaniu mikrokomputerów. Stosując opisaną metodę można w stosunkowo krótkim czasie zrealizować potrzebne w modelu obliczenia z dopuszczalną stopą błędów.

Metodę tę można polecić do innych tego typu zastosowań.

3. METODA OBLICZANIA SUMARYCZNEJ POWIERZCHNI OBIEKTÓW ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W PASIE ROZPOZNANIA

3.1. Metoda wykorzystania zawartości zbiorów danych systemu MIKRO-RW

System MIKRO-RW został opracowany dla rozpoznawczych komórek sztabów armii i frontu. W systemie tym przechowywane są między innymi informacje o strukturze i wyposażeniu jednostek potencjalnego przeciwnika, dane o obiektach jakie mogą zostać utworzone z tych jednostek. Dla potrzeb dokonywanych przez nas badań przygotowaliśmy wzorcowe dane opisujące obiekty odpowiadające obowiązującym normom na szczeblach taktycznych. Badane były trzy warianty ugrupowania wojsk opisane w pierwszej części rozprawy w punkcie 11.1. Przyjęte tam założenia umożliwiają testowanie poprawności działania algorytmów i skontrolowanie otrzymanych wyników.

3.2. Algorytm obliczania sumarycznej powierzchni obiektów znajdujących się w pasie rozpoznania

Podstawowym problemem jaki występuje przy obliczaniu sumarycznej powierzchni zajmowanej przez obiekty wojsk przeciwnika jest ustalanie najmniejszych obiektów, które należy rozpatrywać. Przyjęta w pracy metoda obliczania powierzchni zajmowanej przez obiekty wojsk przeciwnika jako sumy powierzchni najmniejszych obiektów (plutonowych punktów oporu) była podyktowana dążeniem do uzyskania wyników możliwie najbardziej dokładnie odzwierciedlających rzeczywistość. Powierzchnia zajmowana przez każdy obiekt wyższego szczebla zawiera już znaczną dawkę subiektywnych odczuć i ocen osób określających normy. Widać to bardzo wyraźnie w tabelach 3.2.1 - 3.2.4. Przedstawiają one (na przykładzie norm dla RFN i USA) stopień wypełnienia powierzchni obiektów przez sumaryczną powierzchnię podobiektów. Jak widać według norm jedynie dla dywizji w obronie, powierzchnia obiektu jest zbliżona lub większa od sumy powierzchni podobiektów. W pozostałych przypadkach ponad połowa powierzchni pozostaje nie zajęta przez podobiekty. Jako podobiekty traktowane są wszystkie jednostki wchodzące w skład danej jednostki (w tym i takie, które nie są obiektami rozpoznania).

Z dokonanych zestawień widać, jakie różnice są pomiędzy sumaryczną normatywną powierzchnią obiektów, a normatywną powierzchnią pasa rozpoznania. Daje to bardzo ogólne wyobrażenie luk, jakie mogą wystąpić pomiędzy jednostkami w pasie rozpoznania. Wielkość tych luk może być brana pod uwagę przy przewidywaniu swobody działania

poddziałów rozpoznawczych.

Tabela nr 3.2.1. Powierzchnia obiektów RFN w obronie

Obiekt	długość km	szerokość km	powierzchnia		% wypełnienia podobiektami
			min	max	
p1 pkt op	do 0.3	do 0.7	-	0.21	-
kz, kcz	do 1	do 2	-	2.0	<40
bz, bcz	do 5	do 5	-	25	<40
BZ, BPanc	15-30	do 25	300	750	<20
DZ, DPanc	40-60	20-40	800	2400	>110

Tabela nr 3.2.2. Powierzchnia obiektów RFN w natarciu

Obiekt	długość km	szerokość km	powierzchnia		% wypełnienia podobiektami
			min	max	
p1 pkt op	0.2	0.2-0.4	0.04	0.08	-
kz, kcz	do 1	0.8-1.0	-	1.0	<40
bz, bcz	do 5	do 4	-	20	<25
BZ, BPanc	10-15	10-15	100	225	<50
DZ, DPanc	30-50	20-30	600	1500	<60

Tabela nr 3.2.3. Powierzchnia obiektów USA w obronie

Obiekt	długość km	szerokość km	powierzchnia		% wypełnienia podobiektami
			min	max	
pl pkt op	do 0.3	do 0.7	-	0.21	-
kz, kcz	1.0-1.1	1.0	1.0	1.1	<80
bz, bcz	do 3	3-5	-	15	<50
BZ, BPanc	do 12	8-12	-	144	<50
BŚm	20	10	-	200	-
DZ, DPanc	15-30	15-30	225	900	>100

Tabela nr 3.2.4. Powierzchnia obiektów USA w natarciu

Obiekt	długość km	szerokość km	powierzchnia		% wypełnienia podobiektami
			min	max	
pl pkt op	do 0.3	0.2-0.3	-	0.09	-
kz, kcz	1.5-2.0	1.2-1.5	1.8	3.0	<15
bz, bcz	3 - 4	3 - 5	9	20	<90
BZ, BPanc	do 15	6-10	-	150	<80
BŚm	20	10	-	200	-
DZ, DPanc	25-30	20-30	500	900	<80

Przyjmujemy więc założenie, że sumowaniu podlegać będą powierzchnie obiektów powstałych z jednostek najniższego szczebia. Z tak przyjętego założenia wynika następujący

algorytm wyznaczania powierzchni zajmowanej przez obiekty:

1. Ustalenie listy jednostek wchodzących w skład poszczególnych elementów ugrupowania.
2. Utworzenie pełnej listy jednostek najniższego szczebla wykorzystując zawarte w zbiorach systemu MIKRO-RW informacje o strukturze wojsk przeciwnika.
3. Ustalenie listy obiektów.
4. Sumowanie powierzchni zajmowanej przez poszczególne obiekty przeciwnika.

Normatywne wymiary obiektów przeciwnika są przechowywane przez system MIKRO-RW w zbiorze WZORCE.PMC. Sposób zapisywania tej informacji powoduje konieczność selekcji obiektów na dwie grupy: obiekty składające się z podobiektów i obiekty bez podobiektów. Powierzchnię obiektów składających się z podobiektów oblicza się sumując powierzchnię podobiektów. Powodować to może różną interpretację zajętości pasa rozpoznania. Jeśli będzie się uwzględniać małe obiekty, wówczas procentowa zajętość pasa będzie mniejsza. Przy uwzględnianiu większych obiektów na przykład: dywizje, brygady itp., procentowa zajętość pasa rozpoznania zwiększa się. Spowodowane jest to uniwersalnością systemu, który pozwala na wykorzystywanie go przez różne szczeble. W zależności od szczebla, na którym wykorzystuje się system, poszczególne jednostki mogą być obiektami bez podobiektów lub też składać się z podobiektów. Podobiektami w rozumieniu systemu są nie tylko jednostki podległe lecz i SD, PWFN, Pdow i inne.

W proponowanym przez nas modelu sugerujemy wykorzystanie podobnego lub wręcz identycznego podejścia. Jest to wynik kompromisu pomiędzy wymaganiami modelowanego

systemu i możliwościami sprzętu jakim dysponujemy. Algorytm musi więc rozróżniać obiekty bez podobieństw i z podobieństwami oraz sumować odpowiednie wartości pól powierzchni. Tak więc, przedstawiony powyżej algorytm musi być rozbudowany i podzielony na dwa etapy.

Pierwszym etapem jest przygotowanie listy jednostek znajdujących się w poszczególnych elementach ugrupowania. Tworzenie listy jednostek występujących w poszczególnych elementach ugrupowania bojowego powinno być realizowane w SI przeznaczonym do wspomagania rozpoznawczych komórek sztabu. Korzystając z gotowych zadań zautomatyzowanego wspomagania pracy oficerów rozpoznania, nie będzie się ich obciążało dodatkowymi obowiązkami wynikającymi z potrzeby obsługi zadań opracowanych do oceny efektywności. Dodatkową korzyścią z tego jest możliwość bezpośredniego wykorzystania informacji przygotowywanych dla potrzeb ćwiczeń i treningów. Pozwala to na szybką weryfikację przez ćwiczących lub przygotowujących ćwiczenie powierzchni zajmowanej przez wojska i to jeszcze przed naniesieniem sytuacji na mapę.

Kontrola taka ma sens tylko wtedy, gdy do obliczeń uwzględnione zostaną wszystkie jednostki występujące w strukturze wojsk nieprzyjaciela. Pomijanie jednostek i pododdziałów nie biorących bezpośredniego udziału w walce a występujących w pasie rozpoznania spowoduje otrzymanie błędnych wyników. Jednostki nie biorące bezpośredniego udziału w walce posiadają przecież sprzęt (i to często bardzo liczny na przykład jednostki logistyczne, łączności, saperów, itp.) a więc należy również uwzględnić powierzchnię przez nie zajmowaną.

Z tej przyczyny do weryfikacji zajętości pasa

rozpoznania przez obiekty rozpoznania i inne jednostki wojsk nieprzyjaciela powinno się wykorzystywać systemy z kompletnie opracowanymi bazami danych.

W [5] czytamy : "...Główny wysiłek rozpoznania skupia się na wykryciu w porę zgrupowania sił głównych nieprzyjaciela, szczególnie środków napadu jądrowego i chemicznego, systemów dowodzenia i kierowania środkami walki, określeniu możliwych sposobów jego działań oraz zdolności bojowej i gotowości do wykonania uderzeń."

Bataliony medyczne, zaopatrzeniowe i wiele innych z tego punktu widzenia są nieistotne, choć powierzchnię zajmują. Pewien nadmiar powierzchni zajmowanej przez obiekty powstałe z jednostek nadrzędnych mógłby ten mankament usunąć, ale powstaje kolejny problem: jak zmniejszać powierzchnię batalionu, gdy występuje on bez jednej z kompanii? Czy należy zmniejszyć jego powierzchnię o powierzchnię tylko tej kompanii czy o 1/4 (bo składał się z czterech kompanii)? Wprowadzenie wszystkich jednostek podległych umożliwia uniknięcie tego i podobnych dylematów dostarczając jednocześnie wiarygodnej informacji.

Drugim etapem będzie obliczanie powierzchni zajmowanej przez obiekty utworzone z jednostek przygotowanych w pierwszej części algorytmu. Przy realizacji tej części algorytmu opieramy się o informacje przechowywane w zbiorach systemu MIKRO-RW, dotyczące wymiarów obiektów.

3.3. Przykładowa realizacja algorytmu z punktu 3.2.

Przystępując do realizacji opisanego w punkcie 3.2. algorytmu zdecydowaliśmy się na wykorzystanie zbiorów z systemu MIKRO-RW. Konsekwencją takiego podejścia było posłużenie się językiem programowania DBASE III rozszerzonym o udogodnienia dostępne w kompilatorze Clipper. Program zrealizowany przez nas jest przykładową postacią algorytmu, dostosowaną do działania na odpowiednikach komputerów IBM PC/XT/AT (na przykład MAZDVIA 1016.3T lub ELWRO 801) z dyskiem twardym o pojemności 20 Mbajtów. Sprzęt ten jest aktualnie dostępny w wielu komórkach Wojska Polskiego. Wydruk treści programu przedstawiony jest w załączniku 9.

W programie tym na podstawie danych zawartych w zbiorach systemu MIKRO-RW/ obliczamy powierzchnię obiektów występujących w pasie rozpoznania. Informację o ugrupowaniu jednostek nieprzyjaciela pobieramy ze zbioru zawierającego ocenę nieprzyjaciela, a utworzonego przy pomocy zadania nr 6 - NASYCENIE. Pozostałe informacje uzyskujemy ze zbiorów opisujących wzorce obiektów nieprzyjaciela i przyjętą strukturę organizacyjną.

4. PORÓWNANIE POWIERZCHNI PASA ROZPOZNANIA I SUMARYCZNEJ POWIERZCHNI ZAJMOWANEJ PRZEZ OBIEKTY:

Przy wykorzystaniu programu opracowanego na podstawie algorytmu przedstawionego w punkcie 3.2. można stosunkowo szybko obliczyć powierzchnię pasa rozpoznania i sumaryczną powierzchnię zajmowaną przez wszystkie obiekty w pasie rozpoznania. W sprawdzonych w poprzednim punkcie przykładach widać, że przyjmowanie stałych norm jest błędem. Na podstawie wcześniej prezentowanych zestawień (tabele nr 3.2.1÷3.2.4) widać wyraźnie istnienie rozbieżności między normami określającymi wielkość powierzchni obiektów prostych i złożonych. Powierzchnia obiektów złożonych (składających się z obiektów prostych) nie jest sumą powierzchni obiektów prostych. Wymagana przez program konkretność (posiadanie jednej stałej wartości) danych powoduje konieczność przyjęcia jednej tylko wartości powierzchni. Powierzchnia pasa rozpoznania okazała się w naszych przykładach wystarczająco duża dla ulokowania wszystkich jednostek. Weryfikowanie innych przykładów było bardzo utrudnione, ze względu na niedostępność pełnych danych o jednostkach pomocniczych. Na ogół w dostępnych materiałach podawane były (i gromadzone przez nas) dane o jednostkach bojowych. Inne jednostki, jako nieistotne z punktu widzenia rozpoznania były pomijane. Postępowanie takie uniemożliwiało weryfikowanie przykładów zgodnie z podanymi przez nas założeniami. Wyniki działania tego programu są prezentowane w rozdziale II w tabeli nr 4:1. na stronie 5.

S. PROPOZYCJE NOWYCH NORMATYWÓW POWIERZCHNI ZAJMOWANEJ PRZEZ OBIEKTY WOJSK PRZECIWNKA I ICH WERYFIKACJA NA PODSTAWIE DANYCH Z ĆWICZEŃ ODBITYCH W LATACH OSIEMDZIESIATYCH

Istniejące normy powierzchni zajmowanej przez poszczególne obiekty nieprzyjaciela posiadają bardzo szerokie przedziały dopuszczalnych wartości.

Propozycja przyjmowania jakichkolwiek sztywnych norm jest realna tylko w ramach jednego ćwiczenia lub cyklu szkoleniowego. Wynika to z:

- bardzo różnych warunków terenowych w jakich mogą być prowadzone działania bojowe;
- dowolności użycia danej jednostki przez dowódcę, a więc i zadań przed nią stawianych;
- ciągłym doskonaleniem taktyki i sztuki operacyjnej, a więc i metod prowadzenia działań bojowych.

Przyjmowanie wartości maksymalnych umożliwia otrzymanie wyników względnie miarodajnych. Wyniki tak otrzymane są jednak obciążone dużym marginesem błędu, a więc wydaje się koniecznym wprowadzenie korekty. Korekta ta powinna polegać na każdorazowym obliczeniu przez autora ćwiczenia pola powierzchni jaką zajmują jednostki nieprzyjaciela w pasie działania (na przykład wykorzystując przedstawiony wcześniej program lub specjalnie opracowany system), a następnie sprawdzeniu czy zmieszczą się w nim przewidywane jednostki nieprzyjaciela. Jeżeli dla przyjętych wymiarów jednostki obliczenia te będą zgodne (to znaczy powierzchnia obiektów powstałych z jednostek nieprzyjaciela i pole powierzchni pasa działania będą równe), to

proponowany układ ćwiczenia jest do przyjęcia (tylko w tym przypadku, jeśli zamierzamy przewidywać wyniki rozpoznania w proponowany sposób i środkami ETO). Konieczne jest oczywiście uwzględnianie przy tych obliczeniach wszystkich jednostek wchodzących w skład struktury wojsk nieprzyjaciela, a nie tylko jednostek będących obiektami rozpoznania. Wprowadzenie tak przygotowanych norm do zbioru analogicznego np. jak zbiór WZORCE.PMC z systemu MIKRO-RW pozwoli na korzystanie z norm podczas całego ćwiczenia przez cały zespół ćwiczących. Postępowanie takie zostało przez nas sprawdzone (przykłady z części I punkt 11.1.) i uzyskane wyniki pozwalają na ich dalsze stosowanie.

ROZDZIAŁ II OKREŚLANIE ZALEŻNOŚCI POWIERZCHNI OBIEKTÓW
OD STRAT I SYTUACJI TAKTYCZNEJ1. OCENA WPŁYWU UKOMPLETOWANIA OBIEKTU NA ZAJMOWANĄ PRZEZ
TEN OBIEKT POWIERZCHNIĘ

Pole powierzchni zajmowane przez obiekt wynika bezpośrednio z liczby, charakteru i jakości środków jakimi dany obiekt dysponuje. Zastosowanie w wyposażeniu plutonu nowoczesnego, szybkostrzelnego, o dużym zasięgu karabinu maszynowego pozwoli zwiększyć odległości pomiędzy poszczególnymi stanowiskami, a więc i zwiększy powierzchnię zajmowaną przez obiekt. Podobny wpływ posiada również liczba miejsc w transporterze (liczba stanowisk) i liczba samych transporterów. Widać więc, że pole powierzchni jest wprost proporcjonalne do stanu ukompletowania poszczególnych środków walki i stanu osobowego, z zachowaniem pewnej "ziarnistości" (zmiana wartości nie w sposób ciągły lecz skokowo). Ziarnistość ta wynika z tego, że podawanie stanu ukompletowania wojsk w postaci procentowej jest bardzo wygodne, lecz niesie niebezpieczeństwo pomyłki. Pomyłka ta występuje bardzo wyraźnie w przypadku sprzętów o niewielkiej liczebności (na przykład 3 rakiety, 4 transportery i tak dalej). Przecież nie można uwzględniać $1/5$ transportera (bo albo będzie to sprawny, strzelający wóz, albo go nie będzie). Na szczeblu taktycznym istnieje konieczność uwzględniania takich szczegółów. Dla szczebla operacyjnego i wyższych takie uogólnienie jest praktycznie nieistotne ze względu na dużą liczbę poszczególnych typów sprzętów.

Istnieje więc możliwość i celowość uwzględniania procentu ukończenia przy obliczaniu powierzchni obiektu.

Z analizy zawartości wykorzystywanych podczas ćwiczeń baz danych wynika, że "sprzętem" o największej liczebności i częstości występowania jest stan osobowy. W bazach realizowanych dla specyficznych celów lub przy braku pełnej informacji zdarzają się jednostki o zerowym stanie osobowym. Przyjęcie więc wartości stanu osobowego jako wielkości świadczącej o procencie ukończenia pozostałych sprzętów danej jednostki jest jak najbardziej uzasadnione. Rozwiązanie takie jest bardzo proste i dlatego polecane do przyjęcia jako metoda wstępna. Po dokonaniu niezbędnych analiz, a przede wszystkim po wyposażeniu w sprzęt o większych możliwościach obliczeniowych (modele 32 bitowe mikrokomputerów lub wykorzystujące transputery) i dysponujących większymi nośnikami pamięci masowej (dyski o pojemności powyżej 40 Mbajtów) możliwym będzie wprowadzenie innych metod bardziej złożonych i wymagających większej liczby obliczeń, ale i lepiej odwzorowujących rzeczywistość zmian powierzchni elementu w zależności od jego ukończenia. Proponowana metoda jest kompromisem pomiędzy wiernością odwzorowania rzeczywistości a możliwością realizacji na posiadanym sprzęcie w możliwie krótkim czasie.

2. OKREŚLANIE WPLYWU SYTUACJI TAKTYCZNEJ W JAKIEJ ZNAJDUJE SIĘ OBIEKT NA POWIERZCHNIĘ ZAJMOWANĄ PRZEZ TEN OBIEKT

We wspomnianym już wcześniej systemie MIKRO-RW przechowywane są dwa wymiary obiektów (długość i szerokość) co odpowiada w praktyce podawaniu charakterystyki obiektu w postaci jego wymiarów liniowych lub powierzchni. Jak wskazuje praktyka, w ćwiczeniach, zmiany w wielkości powierzchni obiektów są tak niewielkie i trudno uchwytnie, że praktyczne ich rejestrowanie napotyka na wielkie przeszkody. Przeszkody te wynikają z konkretnych sytuacji, w których znajdują się wojska. Na przykład, w normach określa się szerokość obrony pododdziału używając sformułowania "...do 1,5 km, do 2 km, 10 km, od 5 do 10 km...". Takie określanie norm podaje często tylko ich górną granicę, a ustalenie dolnej granicy pozwala na dużą różnorodność i możliwe są przy tym szerokie zmiany. Nawet jeśli podany jest przedział dopuszczalnych wartości, to i tak wartości te dla obydwu podstawowych rodzajów działań zawierają się w sobie (na przykład dywizja zmechanizowana ma szerokość pasa w natarciu 20-30 km, a w obronie 20-40 km).

Widać więc, że podział jest tu praktycznie niecelowy. Pamiętać należy, że większy wpływ będą tu miały lokalne warunki terenowe (na przykład istniejące przeszkody wodne, urbanizacja terenu, sprzyjające ukształtowanie terenu, lokalizacja dróg) niż stosowane do tej pory wymagania taktyki. Proponujemy pozostanie przy określeniu jednolitych norm dla wszystkich rodzajów działań w ramach jednego

ćwiczenia. Jest to uzasadnione tym, że w systemie informatycznym MIKRO-RW możliwe jest wykorzystanie programowego aparatu, do dokonywania zmian wcześniej przyjętych parametrów. Określanie wymiarów poszczególnych obiektów może przy takim założeniu być stosowane nawet dla potrzeb konkretnego fragmentu ćwiczenia. Tym samym będzie możliwe uwzględnienie nie tylko sytuacji taktycznej, ale i ukształtowania terenu.

3. OCENA SUMARYCZNEGO WPŁYWU UKOMPLETOWANIA I SYTUACJI TAKTYCZNEJ NA POWIERZCHNIĘ ZAJMOWANĄ PRZEZ TEN OBIEKT

Z rozważań przedstawionych w poprzednim punkcie widać, że decydując się na precyzyjne określanie powierzchni zajmowanej przez obiekty, należy zrezygnować z indywidualnego charakteryzowania poszczególnych obiektów i traktować je grupowo. Drugą przesłanką wskazującą na konieczność takiego podejścia jest wyeliminowanie lub zmniejszenie ilości koniecznych czynności człowieka obsługującego model dla określenia parametrów poszczególnych obiektów (ich liczba może sięgać tysięcy). Model powinien umożliwiać pracę w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Proponujemy więc powierzchnię obiektów uzależniać jedynie od ukończenia jednostek wojskowych. Uwzględnianie sytuacji taktycznej jest o tyle utrudnione, że jak to przedstawimy dalej, niezbędnym staje się wprowadzanie korekt do proponowanych norm dla każdego ćwiczenia. Takie podejście pozostawiające swobodę decyzji autorowi ćwiczenia umożliwia mu wybranie optymalnego, jego zdaniem, wymiaru obiektu. Ponadto należy zauważyć, że już nawet uzależnienie powierzchni obiektu od ukończenia jest działaniem przenoszącym nasze rozważania z gruntu działań precyzyjnych w obszar obliczeń szacunkowych. Określenie stanu ukończenia jest przecież często zwodnicze, nawet w stosunku do wojsk własnych, o których posiadamy dokładne informacje. Stan ukończenia wojsk potencjalnego przeciwnika jest obciążony błędem od kilku do

kilkudziesięciu procent i proponowanie jakichkolwiek
dokładnych norm traci znaczenie.

4. WERYFIKACJA OKREŚLONYCH ZALEŻNOŚCI PRZY POMOCY ETO

W punkcie 11.1 części I przedstawiliśmy przykładowo trzy ugrupowania wojsk przeciwnika. Ugrupowania te przyjęliśmy jako najbardziej prawdopodobne i typowe dla szczebla taktycznego. Przeprowadziliśmy dla nich weryfikację powierzchni pasa rozpoznania i powierzchni zajmowanej przez obiekty przeciwnika. Wyniki tych obliczeń zawiera tabela 4.1.

Tabela nr 4.1.

Przykład	Powierzchnia	
	obiektów	pasa rozpoznania
I.dywizja RFN w obronie	123.710 km ²	150 km ²
II.dywizja RFN w natarciu	798.960 km ²	2000 km ²
III.dywizja USA i WBR	687.000 km ²	2000 km ²

Obliczenia zostały wykonane przy pomocy programu przedstawionego w załączniku 7. Zbiór zawierający jednostki nieprzyjaciela i informację o ich ugrupowaniu został utworzony przy pomocy zadania 6 - NASYCENIE, z systemu MIKRO-RW w oparciu o zawartość informacyjną bazy danych. Pole powierzchni pasa rozpoznania obliczane było na podstawie współrzędnych odczytanych z mapy.

Na podstawie tej tabeli możemy ocenić, że w przykładzie I (dywizja RFN w obronie) wystąpiło prawie

maksymalne nasycenie terenu wojskami. W pozostałych przykładach nasycenie nie przekroczyło 50%. Odczytanie tej wartości z mapy było mocno utrudnione. Przykłady te świadczą o użyteczności prezentowanej metody.

Bez stosowania dodatkowych środków dysponujemy informacją, która pozwala na określenie w modelu szybkości poruszania się elementów rozpoznawczych na terenie zajęтым przez nieprzyjaciela.

Czas niezbędny na wykonanie obliczeń jest uzależniony od ilości obiektów nieprzyjaciela w pasie rozpoznania. Przeciętnie dla 100 obiektów potrzeba około pół minuty na analizę (dla komputera typu ELWRD-801). Czas ten ulega znacznemu wydłużeniu, jeżeli użytkownik będzie równocześnie z prowadzeniem obliczeń drukował wykaz obiektów.

Czasy realizacji dla wymienionych wcześniej ugrupowań prezentuje poniższa tabela.

Tabela nr 4.2.

Nr ugrupowania	Liczba obiektów w rzucie			Razem	Czas wykonania obliczeń
	I	II	innych		
I	72	17	11	100	30 sek
II	110	30	30	170	45 sek
III	11	7	22	40	15 sek

Czasy te zostały zmierzone przy realizacji programu bez wydruku kontrolnego listy obiektów. Wydruk taki znacznie wydłuża czas realizacji programu i w zależności od drukarki może go zwiększyć nawet o 5 minut dla 100 obiektów (drukarka D-100 lub podobna).

Przygotowanie zbioru danych wejściowych zostało

pominięte w analizie, ponieważ zbiory te są przygotowane podczas wykorzystywania systemu MIKRO-RW w czasie trwania ćwiczeń. Czas tworzenia takiego zbioru jest bardzo trudny do sparametryzowania. Wpływ mają nie tylko takie elementy jak ilość jednostek składających się na poszczególne elementy ugrupowania, lecz i wielkość bazy danych (ogólna liczba jednostek), sposób określania jednostek (najkrótszy czas szukania jednostki występuje przy podaniu numeru etatu, najdłuższy przy podaniu tylko nazwy). Orientacyjnie czas tworzenia zbiorów dla przykładów tu prezentowanych nie przekroczył 2 minut na zbiór dla każdego z przykładów.

ROZDZIAŁ III MIARA ROZPOZNANIA OBIEKTÓW WOJSK PRZECIWNIKA

1. PARAMETRY CHARAKTERYZUJĄCE ROZPOZNANIE OBIEKTÓW PRZEZ
RODZAJE ROZPOZNANIA

1.1. Wstęp

Dla potrzeb modelu wprowadzono następujące parametry charakteryzujące obiekt nieprzyjaciela:

- dokładność określenia położenia obiektu;
- okres czasu niezbędny na określenie położenia obiektu.

Parametry te są niezbędne dla określenia wskaźnika dokładności zdobywania przedstawionego w części II rozdział I punkt 3.2.4. Dla wyznaczenia okresu czasu niezbędnego na określenie położenia obiektu konieczne jest określenie szybkości przemieszczania się elementów rozpoznawczych w pasie rozpoznania. Szybkość ta uzależniona jest od wielu czynników między innymi od: rzeźby terenu, wyposażenia elementu rozpoznawczego, wypełnienia pasa rozpoznania obiektami przeciwnika. Ponieważ nie ma możliwości uzależnienia szybkości przemieszczania elementu rozpoznania od rzeźby terenu (brak możliwości analizy mapy terenu) czynnik ten zostanie pominięty do czasu opracowania metody pozwalającej na jego wykorzystanie. Uwzględniony został natomiast wpływ wypełnienia pasa rozpoznania przez obiekty przeciwnika.

1.2. Dokładność określenia położenia obiektu przez elementy rozpoznania

Określenie położenia obiektu w terenie jest obarczone błędem. Wielkość tego błędu uzależniona jest od :

- dokładności stosowanych metod i przyrządów pomiarowych;
- dokładności przedstawiania i przekazywania informacji.

Dokładności przyrządów pomiarowych i metod nie będziemy się tu zajmowali, gdyż wielkości te są podane w instrukcjach użytkowania i obsługi. Nie mamy na te ustalenia wpływu i z konieczności dane te przyjmujemy jako rzetelne informacje umożliwiające dalsze ich wykorzystanie. Informacyjnie można nadmienić, że wartości tych wielkości zawierają się od pojedynczych metrów (dalmierze laserowe), do kilometrów (namierniki radiowe). Przyrządy najczęściej stosowane w jednostkach rozpoznawczych to:

- jednostki ogólnowojskowe:
 - lornetka;
 - noktowizor;
- drużyna rozpoznania wzrokowego plutonu topograficzno-rozpoznawczego dywizjonu haubic 122 mm:
 - lorneta nożycowa (AST);
 - dalmierz DS-1;
 - kątomierz busola PAB-1;
- drużyna rozpoznania inżynierskiego kompanii saperów:
 - dalmierz saperski DSP-30;
 - zestaw do wykrywania zapór KR-III-4.

Przedstawiono tylko środki służące do rozpoznawania położenia obiektów. Zestawienie dokładności przyrządów

pomiarowych stosowanych w rozpoznaniu jest przedstawione w załączniku 10.

Dokładność zobrazowania informacji jest to wielkość wynikająca z wykorzystywanej aktualnie w rozpoznaniu metody gromadzenia i przekazywania informacji. Wszystkie informacje są gromadzone na szkicach, mapach i dopiero po analizie przekazywane. Takie postępowanie prowadzi do powstania dodatkowych błędów wynikających z niedokładności nanoszenia danych na mapę i ponownego odczytu danych z mapy. Minimalna wartość tego błędu przy bardzo starannej pracy i rygorystycznym przestrzeganiu precyzyjnego nanoszenia i odczytu danych wynosi około 1 mm (co w zależności od skali stosowanej mapy daje od 25 m do 50 m). Ponieważ podstawową mapą na szczeblu taktycznym jest mapa w skali 1:50000 przyjmujemy, że wartość tego błędu wynosi 50 m. Dodatkowo błąd ten może ulec zmianie (zwiększeniu) przy przekazywaniu danych, a przekazywanie danych pomiędzy poszczególnymi szczeblami dowodzenia, które pracują na mapach o różnej skali może spowodować wprowadzenie dodatkowych błędów. Zakładamy tu poprawną pracę i pomijamy błędy wynikające z błędów kodowania i dekodowania danych przekazywanych w sposób utajniony.

Okazuje się więc, że stosowanie precyzyjnego dalmierza laserowego do określania położenia środków walki jest niecelowe (przy obecnych metodach pracy na mapie), gdyż naniesienie danych na mapę spowoduje zmniejszenie dokładności do co najwyżej 50 m. Dla rozpoznania radioelektronicznego oznacza to, że ich błędy też wzrosną o co najmniej 50 m, co jednak przy minimalnym błędzie wynikającym z metody wynoszącym ponad 200 m nie jest

wielkością rażąco dużą.

Rodzi się wobec tego problem: czy takie błędy zmniejszają wartość informacji i jeżeli zmniejszają, to o ile. Dla elementu takiego jak plutonowy punkt oporu różnica w określeniu położenia o 50 m (1/4 wymiarów liniowych) jest znacząca i zauważalna. Zupełnie inaczej sprawa przedstawia się w przypadku obiektów większych. Dla przykładu błąd 500 m przy określaniu położenia rejonu batalionu (1/10 wymiarów liniowych) jest do przyjęcia. Powstanie tak dużego błędu jest możliwe przy użyciu namierników radiowych. Należy więc rozpatrywać błędy rozpoznawania obiektów w stosunku do ich wymiarów i wtedy zauważamy, że dla obiektów większych od batalionu błędy wynikające z charakterystyk sprzętu lub właściwości stosowanych metod pomiarowych dla odległości taktycznych nie są istotne. Dla obiektów mniejszych należy stosować w rozpoznaniu właściwe pod względem błędu środki i metody rozpoznawania. Prawidłowo wykorzystując sprzęt, to znaczy świadomie decydując o przydziale zadań, można zmniejszyć niedokładności pracy systemu rozpoznania i minimalizować wpływ błędów posiadanego sprzętu i stosowanych metod.

1.3. Minimalny czas pełnego rozpoznania obiektu

Pełne rozpoznanie obiektu polega na określeniu parametrów obiektu z wymaganą dokładnością. Przyjęte do określania obiektu parametry zostały opisane w I i II części rozprawy. Aby obiekt został rozpoznany należy ustalić położenie wszystkich istotnych środków walki wchodzących w skład jednostki uznawanej jako obiekt. Zaznaczenie na szkicu położenia wszystkich istotnych środków walki w terenie pozwoli na dokładne określenie położenia obiektu. W dalszych rozważaniach będziemy rozpatrywali problem rozpoznawania obiektu na przykładzie patrolu rozpoznawczego prowadzącego rozpoznanie wzrokowe.

Czas potrzebny na rozpoznanie położenia środka walki jest sumą następujących czasów:

- szukania (wykrywania);
- określania położenia;
- zaznaczania położenia na szkicu (mapie lub rysunku odręcznym).

Najtrudniejsza do określenia jest wielkość czasu szukania. W rzeczywistości, którą ma odwzorowywać model, wielkość ta jest zmienną losową. Wpływ na nią mają między innymi: stosunek ilości środków walki do powierzchni zajmowanej przez obiekt, ilość środków walki już rozpoznanych, charakter terenu, czas przeznaczony na maskowanie i wiele innych.

Jako tezę do dalszych badań przyjęto, że wartość czasu szukania pierwszego środka walki danego obiektu jest odwrotnie proporcjonalna do gęstości środków walki (ilości środków walki przypadającej na jednostkę powierzchni

zajmowanej przez obiekt).

Zależność wartości czasu szukania od ilości już rozpoznanych środków walki jest bardziej skomplikowana. Rozpoznanie położenia pierwszego lub drugiego środka walki niesie najmniejszą ilość informacji o położeniu pozostałych środków walki. Rozpoznanie położenia kolejnych środków walki pozwala na podstawie znajomości taktyki nieprzyjaciela określić prawdopodobne położenie pozostałych. Dzięki takiemu postępowaniu wielkość czasu szukania kolejnych środków walki będzie się coraz bardziej zmniejszała. Jako tezę do dalszych badań przyjęto, że zmniejszanie wartości czasu szukania będzie proporcjonalne do logarytmu ilości środków walki już rozpoznanych.

Czas rozpoznania obiektów o większym stopniu złożoności w proponowanym modelu nie będzie sumą czasów rozpoznania obiektów składowych. Logiczną konsekwencją przyjętej metody postępowania jest uwzględnienie przy określaniu wartości czasu rozpoznania pierwszego środka walki w danym obiekcie ilości obiektów już rozpoznanych.

Jako tezę do dalszych badań przyjęto, że wartość czasu szukania pierwszego środka walki w kolejnym rozpoznawanym obiekcie jest zmniejszana proporcjonalnie do wartości logarytmu z ilości rozpoznanych już obiektów.

Przy obiektach złożonych, zajmujących duże rejony działania występuje konieczność zmiany punktów obserwacyjnych. Stąd, czas pełnego rozpoznania obiektu złożonego powinien być powiększony o czas potrzebny na zmianę stanowiska obserwacyjnego. Powinno się przy tym uwzględnić także współczynnik wypełnienia terenu przez obiekty przeciwnika.

Współczynnikiem wypełnienia terenu będziemy nazywali stosunek sumy pól powierzchni wszystkich obiektów nieprzyjaciela w pasie rozpoznania do pola powierzchni pasa rozpoznania. Wartość tego współczynnika jest liczbą niemianowaną i określa stopień trudności na jakie napotkają elementy rozpoznania prowadzące rozpoznanie bezpośrednio w terenie. Teoretycznie wartość ta nie powinna nigdy przekroczyć jedności. W przypadku jednak przyjęcia błędnych (zawyżonych) norm powierzchni zajmowanej przez obiekty nieprzyjaciela wartość współczynnika wypełnienia terenu może przekroczyć jedność.

Przy większym nasyceniu terenu sprzętem bojowym (więcej obiektów, większa wartość współczynnika wypełnienia terenu) trudniej będzie dokonywać zmianę punktów obserwacyjnych. Przy mniejszym stopniu nasycenia terenu sprzętem, elementy rozpoznawcze będą miały lepsze warunki do dokonywania manewru i łatwiej będą pokonywać teren zajęty przez wojska przeciwnika. W modelu systemu rozpoznania powinno to być również uwzględnione. Dla pasa rozpoznania o małym współczynniku wypełnienia terenu możemy przyjąć czas zmiany stanowiska obserwacyjnego jako czas pokonania drogi równej największemu liniowemu wymiarowi obiektu złożonego, ze średnią prędkością jazdy terenowej środka transportu będącego na wyposażeniu elementu rozpoznania.

Przy działaniu w pasie rozpoznania o średnim współczynniku wypełnienia terenu (to znaczy około 70%) czas ten należy zwiększyć w odniesieniu do poprzedniego o na przykład 50%.

Dla terenu o dużym współczynniku wypełnienia terenu (to znaczy powyżej 90%) należy czas ten zwiększyć na

przykład dwukrotnie.

Może jednak okazać się, że podejście takie dla obiektów złożonych nie wystarcza do budowy modelu. Brakuje możliwości określenia, co będzie się działo, gdy element rozpoznania będzie dysponował mniejszą ilością czasu niż czas potrzebny na dokładne rozpoznanie.

Stąd widać, że charakterystyka obiektu przy pomocy tylko jednego parametru (to jest czasu pełnego rozpoznania) jest niepełna i wymaga uzupełnienia. Jako uzupełnienie przyjmijmy błąd czasowy rozpoznania obiektu. Błąd - czasowy rozpoznania obiektu jest to wartość (w metrach) o jaką wzrośnie błąd rozpoznania obiektu wynikający z dokładności przedstawiania i przekazywania informacji. Wartość błędu czasowego uzależniona jest od wielkości obiektu i stosunku czasu przeznaczanego na rozpoznanie obiektu w planie rozpoznania do normatywnego czasu rozpoznania obiektu. Wraz ze zmniejszaniem ilości czasu przeznaczanego w planie rozpoznania na rozpoznanie obiektu wartość błędu czasowego będzie rosła. Wielkość błędu czasowego w zależności od czasu przeznaczanego dla rozpoznania obiektu przedstawiają kolejne rysunki. Dla obiektu bez podobiektów przedstawia to rysunek 1.3.1. Rysunek 1.3.2. przedstawia rozkład realizacji zadania dla obiektu składającego się z czterech podobiektów. Przedstawiliśmy na tych rysunkach wartość błędu czasowego powstającego przy czasie przeznaczonym na rozpoznanie obiektu mniejszym od czasu normatywnego. Do wartości tego błędu należy jeszcze dodać wartość błędu wynikającego z przyjętej obecnie metody pracy na mapach i szkicach. Proponowane tu przybliżenie jest słuszne dla założenia, że położenie środków należących do rozpoznawanego

obiektu nie ulegnie zmianie podczas prowadzenia rozpoznania. Dla obiektów o małej liczbie środków jest to założenie łatwe do spełnienia. Dużo trudniej spełnić to wymaganie dla obiektów dużych, których normatywny czas rozpoznania mierzony jest nie w minutach lecz w godzinach.

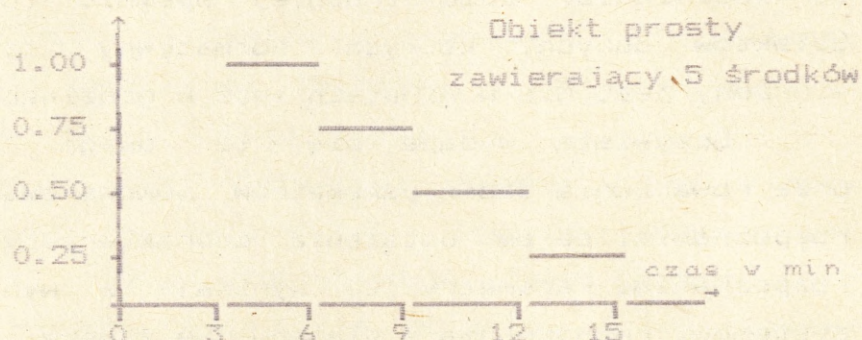
Oczywista wydaje się tu uwaga o konieczności przeprowadzenia badań parametrów nowowprowadzanych środków rozpoznania, celem ustalenia charakterystyk tych środków rozpoznania. Parametry te wynikają z wymagań stawianych systemowi rozpoznania i dlatego nie zawsze są określane w instrukcjach obsługi środków rozpoznawczych. Istnieje więc konieczność ich ustalenia drogą empiryczną.

Przedstawione na rysunkach zależności są z konieczności symboliczne i ilustrują tylko zasadę postępowania. Podajemy błąd w jednostkach względnych to znaczy w krotności wymiaru liniowego obiektu. Ponieważ w systemie przechowywujemy dwa wymiary (długość, szerokość), do rozważań przyjmujemy przekątną obiektu jako wymiar liniowy. Podejście takie pozwala uniknąć konieczności wprowadzania dodatkowych parametrów określających intuicję zwiadowców opracowujących meldunek rozpoznawczy.

Rysunek nr 1.3.1

Błąd określenia położenia obiektu w przypadku obiektu prostego

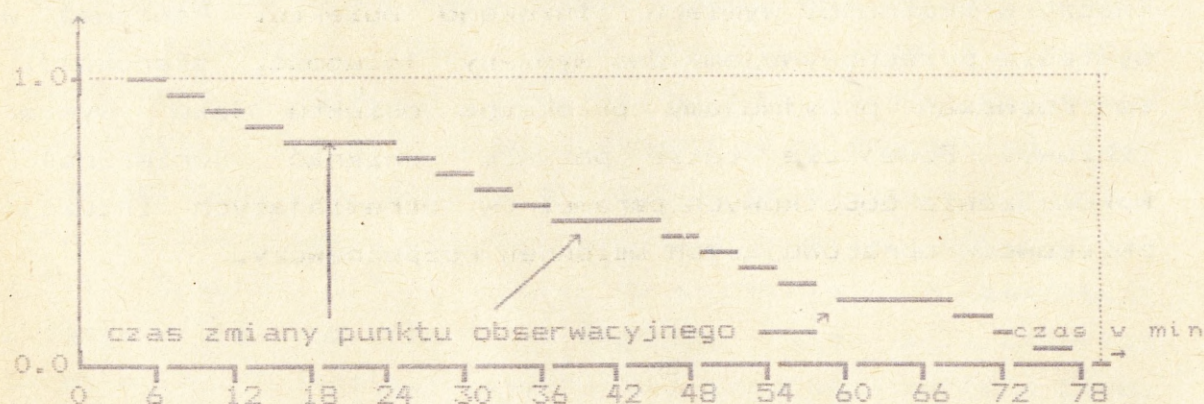
Błąd czasowy
(w krotności
wymiaru
liniowego
obiektu)



Rysunek nr 1.3.2

Błąd określenia położenia obiektu w przypadku obiektu złożonego

Błąd czasowy
(w krotności wymiaru liniowego obiektu)



LEGENDA:

1. Obiekty proste zawierające po 5 środków.
2. Liczba podobiektów 4 (np. k cz).

Funkcja przedstawiona tu graficznie w II części pracy

(punkt 1.2.) nazwana jest funkcją dokładności określania położenia obiektu w zależności od wielkości czasu zużytego na rozpoznanie obiektu i oznaczona jest jako

$$L(r, n, \Delta\tau)$$

gdzie:

n - numer obiektu;

r - typ elementu systemu;

$\Delta\tau(n, r)$ - okres czasu jaki został zużyty na rozpoznanie n -tego obiektu przez element systemu r -tego typu.

Dla

$$\Delta\tau(n, r) = \Delta\tau^v(n, r)$$

gdzie:

$\Delta\tau^v(n, r)$ - wymagany okres czasu na rozpoznanie n -tego obiektu z minimalnym błędem przez element systemu r -tego typu;

funkcja $L(r, n, \Delta\tau^v)$ osiąga wartość $L^m(n)$ to znaczy minimalny błąd rozpoznania położenia n -tego obiektu. Na podstawie poprzednio przedstawionych przesłanek o wartości decyduje tu dokładność oznaczania współrzędnych na mapie i ich odczytywania.

Dla elementu rozpoznania typu patrol rozpoznawczy można przyjąć, że:

$$\Delta\tau^v(n, r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau^r(n, r, j) \right] + \left[\sum_{j=1}^{m(n)-1} \Delta\tau^p(n, r, j, j+1) \right] + \Delta\tau^d(n, r) \quad (1.3.1)$$

gdzie:

$$\Delta r^r(n, r, j) = \sum_{i=1}^{k(j)} t^r(r, i, j, n)$$

i

$$\Delta r^p(n, r, j_1, j_2) = \frac{H(n, j_1, j_2)}{V(r)}$$

oraz

$$\Delta r^d(n, r) = \frac{H^{\alpha}(n)}{V(r)}$$

$$t^r(r, i, j, n) = t^a(r, i, j, n) + t^o(r) + t^z(r)$$

$$t^o(r) = \text{const}$$

$$t^z(r) = \text{const}$$

$$t^a(r, 1, 1, 1) = a(r) * \frac{P(n)}{s(n)}$$

$$t^a(r, 1, 1, n) = t^a(r, 1, 1, n-1) * (1 - b(r) * \ln(n-1))$$

$$t^a(r, 1, j, n) = t^a(r, 1, j-1, n) * (1 - c(r) * \ln(j-1))$$

$$t^a(r, i, j, n) = t^a(r, i-1, j, n) * (1 - d(r) * \ln(i-1))$$

Przyjęto tu następujące oznaczenia:

$a(r), b(r), c(r), d(r)$ - współczynniki proporcjonalności;

$H(n, j_1, j_2)$ - odległość pomiędzy stanowiskami obserwacyjnymi dla podobiektu j_1 i podobiektu j_2 n-tego

- objektu;
- $H^\alpha(n)$ - odległość n-tego obiektu od linii styczności wojsk;
- $H^\beta(n_1, n_2)$ - odległość pomiędzy ostatnim punktem obserwacyjnym obiektu n_1 i pierwszym punktem obserwacyjnym obiektu n_2 ;
- i - numer rozpoznawanego środka walki;
- $k(j)$ - liczba środków o dużych gabarytach (wymiary powyżej 2 m, umożliwiające prowadzenie rozpoznania wzrokowego) znajdujących się w j-tym podobieckie;
- n - numer obiektu nieprzyjaciela;
- $m(n)$ - liczba podobiecków (obiektów prostych) wchodzących w skład n-tego obiektu;
- $P(n)$ - powierzchnia zajmowana przez n-ty obiekt;
- $s(n)$ - liczba środków walki wchodzących w skład n-tego obiektu;
- $t^o(r)$ - okres czasu określania położenia środka walki przez r-ty rodzaj rozpoznania;
- $t^r(r, i, j, n)$ - okres czasu potrzebny na rozpoznanie i-tego środka walki w j-tym podobieckie n-tego obiektu przez element rozpoznania r-tego typu ;
- $t^s(r, i, j, n)$ - okres czasu szukania przez r-ty rodzaj rozpoznania i-tego środka walki w j-tym podobieckie n-tego obiektu;
- $t^z(r)$ - okres czasu zaznaczania położenia środka walki przez r-ty rodzaj rozpoznania;
- $V(r)$ - prędkość przemieszczania się elementu r-tego typu.
- $\Delta t^r(n, r, j)$ - wymagany okres czasu na rozpoznanie j-tego podobiecku n-tego obiektu przez element rozpoznania r-tego typu;
- $\Delta t^p(n, r, j_1, j_2)$ - okres czasu przemieszczenia się elementu

rozpoznania r-tego typu od stanowiska obserwacyjnego dla podobiektu j1 do stanowiska obserwacyjnego dla podobiektu j2 w obiekcie n;

$\Delta\tau^d(n,r)$ - okres czasu niezbędny na dotarcie r-tego elementu do pierwszego punktu obserwacyjnego dla n-tego obiektu;

$\Delta\tau^z(n1,n2,r)$ - okres czasu niezbędny na przemieszczenie się r-tego elementu od ostatniego punktu obserwacyjnego dla obiektu n1 do pierwszego punktu obserwacyjnego dla obiektu n2;

Tak przedstawione wzory pozwalają na określenie czasu koniecznego do rozpoznania pierwszego obiektu z wymaganą dokładnością. Dla przypadku, gdy jeden element rozpoznania ma rozpoznawać więcej niż jeden obiekt wzór ten ulegnie zmianie. Wyrażenie określające $\Delta\tau^d(n,r)$ należy teraz zastąpić $\Delta\tau^z(n1,n2,r)$. Dla obiektu innego niż pierwszy wzór (1.3.1) przyjmie postać:

$$\Delta\tau^v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau^r(n,r,j) \right] + \left[\sum_{j=1}^{m(n)-1} \Delta\tau^p(n,r,j,j+1) \right] + \Delta\tau^z(n1,n2,r) \quad (1.3.2)$$

gdzie:

$$\Delta\tau^z(n1,n2,r) = \frac{H^\beta(n1,n2)}{V(r)}$$

Wzory te z przyczyn praktycznych musieliśmy zmienić

przyjmując że:

- okresy czasu przeznaczonego na przemieszczanie się elementu rozpoznawczego pomiędzy poszczególnymi punktami obserwacyjnymi są te same;
- elementy rozpoznawcze znajdują się na linii styczności wojsk;
- prędkość poruszania się elementów jednego typu jest uzależniona jedynie od współczynnika wypełnienia pasa rozpoznania obiektami.

Przedstawione powyżej wzory przyjmą teraz następującą postać: dla pierwszego rozpoznawanego obiektu:

(1.3.3)

$$\Delta\tau^v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau^r(n,r,j) \right] + (m(n)-1) * \Delta\tau^{ps}(n,r) + \Delta\tau^d(n,r)$$

dla następnych rozpoznawanych obiektów:

(1.3.4)

$$\Delta\tau^v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau^r(n,r,j) \right] + [(m(n)-1) * \Delta\tau^{ps}(n,r)] + \Delta\tau^z(n-1,n,r)$$

gdzie:

$\Delta\tau^{ps}(n,r)$ - średni okres czasu przemieszczania się elementu rozpoznania r-tego typu pomiędzy podobiektami w ramach n-tego obiektu.

Takie uproszczenie zmniejsza w istotny sposób ilość informacji niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania modelu i przyspiesza wykonywanie obliczeń.

W modelu systemu rozpoznania wzory 1.3.3 i 1.3.4

umożliwią sprawdzenie możliwości realizacji planu rozpoznania przez poszczególne elementy rozpoznania działające na zasadach zbliżonych do rozpoznania wzrokowego (techniczne rozpoznanie pola walki, rozpoznanie w podczerwieni, rozpoznanie dźwiękowe). Ogólnie można stwierdzić, że wzory 1.3.3 i 1.3.4 są słuszne dla przypadku, gdy rozpoznawany jest obiekt składający się z podobiektów. W przypadku, gdy element rozpoznania nie musi zmieniać swojego położenia do rozpoznawania kolejnych podobiektów wzory 1.3.3 i 1.3.4 można uprościć, ponieważ $\Delta r^{ps}(n,r)=0$. Wzory te utworzone w oparciu o analizę działania patrolu rozpoznawczego mają ogólny charakter. Pragnąc je wykorzystać należy jednak przeprowadzić badania mające na celu ustalenie wartości współczynników proporcjonalności $(a(r), b(r), c(r), d(r))$ dla poszczególnych rodzajów rozpoznania i obiektów różniących się wielkością zajmowanej powierzchni.

W oparciu o przedstawione powyżej wzory opracowany został program, który na podstawie danych przechowywanych w zbiorach systemu MIKRO-RW utworzy zbiór zawierający wymagane okresy czasu do dokładnego rozpoznania obiektów wzorcowych. Program ten przedstawiony jest w załączniku 11, a wyniki działania tego programu (wydruk zawartości utworzonego zbioru) przedstawia załącznik 12.

1.4. Miara rozpoznania obiektów przez rodzaje rozpoznania

W części II rozprawy jest badana metoda oceny możliwości realizacji pojedynczego planu rozpoznania, dla modelu rozpoznania ex ante. Aby to oceniać niezbędnym jest określenie czasu potrzebnego na rozpoznanie poszczególnych obiektów.

W dwu poprzednich podpunktach wprowadziliśmy takie parametry jak: minimalny czas rozpoznania i dokładność rozpoznania. Parametry te umożliwiają nam weryfikację możliwości realizacji planu rozpoznania i ewentualnie jego ocenę. Posługiwać się będziemy do tego celu nowym pojęciem: miara rozpoznania obiektu. Ze względu na środki jakimi dysponujemy, i przyjęte wcześniej uproszczenia ograniczamy miarę rozpoznania obiektu do określenia minimalnego czasu niezbędnego dla pełnego rozpoznania obiektu.

Przyjmujemy, że zadanie rozpoznania zostanie wykonane, gdy element rozpozna obiekt z wymaganą dokładnością i w określonym czasie. Jeżeli element rozpoznaje obiekt przez krótszy okres czasu niż normatywny, zmniejszeniu ulegnie dokładność rozpoznania tego obiektu (zgodnie z zależnością przedstawioną na rysunkach 1.3.1 i 1.3.2). Dla obiektu rozpoznanego z błędem większym niż maksymalny dopuszczalny błąd określenia położenia uznajemy, że obiekt nie został rozpoznany.

Plan rozpoznania będzie badany dla każdego elementu rozpoznania względem każdego przydzielonego zadania. Zadania będą badane w kolejności ustalonej według charakterystyk obiektów.

W proponowanym przez nas modelu efektywność rozpoznania charakteryzować będziemy przez wskaźniki:

- dokładności;
- terminowości;
- celowości.

Dokładność rozpoznania jest określona przez uwarunkowania techniczne (dokładność sprzętu lub metody) i czynniki losowe (rozpoznanie niewłaściwego obiektu, pomyłka przy planowaniu rozpoznania, itp.). W proponowanym przez nas modelu należy pominąć czynnik losowy i uwzględniać jedynie błędy wynikające z niedokładności sprzętu lub metody. Pozwoli to na obiektywne ocenianie możliwości wzorcowo działającego systemu. Postępowanie takie jest celowe, gdyż uwzględnia ocenę możliwości sprzętu i metod przy założeniu bezbłędnego działania obsługi.

Dokładność środków rozpoznania można określić, ale nie bez trudności. Na przykład: dokładność określania położenia obiektów przy pomocy dalmierza można określić prostymi sposobami. Trudniej określa się dokładność rozpoznania środkami radiolokacyjnymi, radiowymi, itp. Jeszcze trudniej określić dokładność rozpoznania powietrznego.

Można jednak opracować metody określania błędów dokładności, lub skorzystać z metod już opracowanych i stosowanych. Przykładem na to jest określanie wielkości błędu w rozpoznaniu radioelektronicznym. Dysponujemy wzorami umożliwiającymi dokładne określenie minimalnego promienia błędu w zależności od:

- dokładności radionamierników;
- szerokości bazy;
- odległości między namierzonym obiektem a namiernikami.

Podkreślić należy, że jest to minimalny promień błędu przy posiadaniu doskonale wyszkolonej obsługi, w pełni sprawnego sprzętu i braku zakłóceń lub utrudnień powodowanych przez rzeźbę terenu lub jego urbanizację.

Dla przykładowych danych wyniki przedstawia załącznik 13. W załączniku przedstawiono, że promień błędu jest dla typowych odległości i sprzętów wielokrotnie większy od promienia błędu w rozpoznaniu wzrokowym. Oczywiście wartość ta może ulec zmianie w przypadku wprowadzenia wyższej jakości radionamierników do rozpoznania radioelektronicznego. W tym przypadku można opracować nawet metodę określania wartości parametrów wyznaczających konieczną sprawność radionamierników.

W załączniku 13 przedstawiliśmy analizę dokładności rozpoznania radioelektronicznego w oparciu o wzory z pracy [9]. Rozpatrywaliśmy tylko 3 przypadki lokalizacji namierzanej radiostacji:

- 1- radiostacja znajduje się na osi symetrii bazy radionamierników, pomiędzy nimi;
- 2- radiostacja znajduje się na prostej prostopadłej do bazy radionamierników, na wprost jednego z namierników;
- 3- radiostacja znajduje się na prostej prostopadłej do linii bazy radionamierników, poza bazą w odległości równej połowie szerokości bazy.

Zakres odległości pomiędzy radiostacją namierzaną a bazą radionamierników zmienialiśmy w zakresie od 1 km do 30 km, to znaczy w zakresie zasięgu stosowanych namierników. Również pozostałe parametry namierników (dokładność) są przyjęte zgodnie z parametrami sprzętu stosowanego w WP na szczeblu taktycznym (R-363).

Osiągnięte wyniki są dowodem na istnienie dużego błędu (małej dokładności) tego rodzaju rozpoznania. W najlepszych warunkach (odległość od radiostacji do namierników mniejsza niż 10 km i położenie radiostacji na osi symetrii bazy namierników) gwarantują błąd poniżej jednego kilometra (jest to sytuacja typowa dla namierzania batalionów pierwszego rzutu). Dla innych położzeń trzeba liczyć się z błędem większym, rzędu kilku kilometrów.

Przedstawiona w dalszej części załącznika 13 ogólna postać wartości błędu określania pozycji na podstawie namiarów pozwala określić niezbędne zmiany parametrów, pozwalające na osiągnięcie wymaganej dokładności. Zmiana błędu namierników do wartości 1.25° zmniejsza błąd o połowę (w całym zakresie badanych odległości). Zastosowanie sprzętu o jeszcze większej dokładności (0.625°) pozwoliłoby na uzyskanie dokładności lepszej niż 2.5 km w zakresie odległości do 40 km. Możliwe jest również inne podejście. Polega ono na zmianie szerokości bazy namierników. Przy takim postępowaniu okazuje się jednak koniecznym określenie optymalnego zakresu odległości w jakich będą się znajdowały namierzone obiekty. I tak dla przedziału odległości od 3 km (linia styczności wojsk) do 10 km (batalionowy pierwszy rzut) najdokładniejsze wyniki uzyskuje się przy wykorzystaniu bazy o szerokości 10 km. Dla odległości powyżej 10 km najkorzystniejszą jest szerokość bazy 30 km. Dla maksymalnego zasięgu (40 km) pozwala ona uzyskać dokładność około 4 km. Ostatnie zestawienie ilustruje jak niewielkie znaczenie ma położenie namierzonej radiostacji względem bazy na dokładność określenia jej położenia. Największy błąd popełniany jest dla radiostacji znajdującej

się poza pasem wyznaczonym przez szerokość bazy namierników. Jednak i w tym przypadku różnice są znaczące tylko dla zakresu odległości mniejszych niż 3 km (odległość namierników od linii styczności wojsk). W praktycznie wykorzystywanym zakresie (poza linią styczności wojsk) różnice występują, lecz maleją wraz ze wzrostem odległości. Stosunek zmian wielkości błędu określania położenia radiostacji do wielkości tego błędu przedstawia kolejny rysunek w załączniku.

Przedstawione w załączniku 13 wyniki badań wykonane były przy pomocy programu MathCad wersja 1.1a.

Do tej pory operowaliśmy dość enigmatycznym stwierdzeniem "dokładne rozpoznanie". Uściślając należy powiedzieć, że dokładne rozpoznanie to określenie współrzędnych położenia obiektu zgodnie z obowiązującymi normami dla rozpoznawania tych obiektów, wynikającymi z zapotrzebowania użytkowników informacji rozpoznawczych. W poprzednich częściach wskazywaliśmy na małą użyteczność norm określających wymagania dla dokładnego rozpoznania obiektów. W tym miejscu przedstawiamy tezę skłaniającą nas do stwierdzenia, że wygodniejszym i bardziej celowym jest określanie dokładności rozpoznania obiektów w odniesieniu do wielkości rejonów zajmowanych przez te obiekty i do możliwości rozpoznawania przez elementy rozpoznawcze.

Rozpoznanie wzrokowe jest według naszych badań rozpoznaniem najdokładniejszym. Błąd rozpoznania obiektu w warunkach dobrej widoczności, w dzień nie przekracza 50 m. Przy uwzględnieniu błędów powstających przez nanoszenie i odczyt danych z mapy dokładność ta wynosić będzie co najwyżej 100 m. Nie świadczy to jednak, że wszystkie obiekty

zostaną rozpoznane z taką dokładnością. Obiekty małe (na przykład punkt dowodzenia kompanii, stanowisko dowodzenia itp.) mogą zostać rozpoznane z taką dokładnością (choć nie miało to miejsca w trakcie prowadzonych badań). Duży wpływ warunków atmosferycznych powoduje jednak konieczność zwiększenia tej wartości, lub uzależnienie jej nie tylko od pory dnia lecz i od warunków atmosferycznych. Posiadany sprzęt i jego możliwości, mapy i metody przekazywania informacji, skłaniają do przyjęcia rozwiązania określającego dokładność rozpoznania w odniesieniu do wielkości rejonu zajmowanego przez obiekt i możliwości elementów rozpoznawczych. W przypadku obserwacji wzrokowej uwzględnianie pory dnia jest jednak niezbędne, zarówno ze względu na dokładność jak i zasięg prowadzonych obserwacji.

2. OKREŚLANIE ZALEŻNOŚCI POMIĘDZY POWIERZCHNIĄ ZAJMOWANĄ PRZEZ OBIEKTY A MIARĄ ICH ROZPOZNANIA PRZEZ RODZAJE ROZPOZNANIA

Powierzchnia zajmowana przez obiekt z punktu widzenia elementów rozpoznawczych jest bardzo istotnym parametrem. Powierzchnia i zróżnicowanie ukształtowania terenu wpływają na dokładność i czas rozpoznania. W proponowanym przez nas modelu nie potrafimy znaleźć wiarygodnego sposobu na określenie wpływu ukształtowania terenu na efektywność rozpoznania. We wzorach 1.3.1 i 1.3.2 czas rozpoznania uzależniony jest od ilości środków walki (pojazdów, wozów bojowych, dział itp.), odległości pomiędzy poszczególnymi punktami obserwacyjnymi.

Gdyby dodatkowo utworzyć i wykorzystywać parametr wynikający z wielkości powierzchni zajmowanej przez obiekt spowodowałoby to wypaczenie rzeczywistości.

Istotne znaczenie powierzchni zajmowanej przez obiekt występuje podczas obliczania współczynnika wypełnienia pasa rozpoznania.

Widać więc, że bezpośredniej zależności pomiędzy wielkością powierzchni zajmowanej przez obiekt a miarą ich rozpoznania nie ma.

Dokładna analiza wzorów 1.3.1 i 1.3.2 pozwala jednak na wyciągnięcie pewnych wniosków. Okres czasu niezbędny do pełnego rozpoznania obiektu jest wprost proporcjonalny do współczynnika wypełnienia pasa rozpoznania obiektami przeciwnika, odległości pomiędzy podobiektami (wielkości

podobiektów i obiektu) oraz odwrotnie proporcjonalny do szybkości poruszania się elementu rozpoznania.

Rozumowanie takie dotyczy oczywiście tylko rozpoznania wzrokowego. Dla rozpoznania radioelektronicznego wpływ przyjmowanej wielkości powierzchni zajmowanej przez obiekt jest bardziej złożony i chyba mniej widoczny. Powiększanie powierzchni obiektów powinno prowadzić do zwiększania odległości pomiędzy poszczególnymi źródłami promieniowania radioelektronicznego (radiostacjami) i ułatwiać ich lokalizację i identyfikację. Jednak nie zawsze tak będzie. Nakładanie się różnych radiostacji na siebie pracujących na dodatek w sieci nie ustąpi po zwiększeniu odległości o 30%. Nie przeprowadziliśmy badań w tym kierunku i uważamy, że powinny one zostać przeprowadzone.

Rozpoznanie wzrokowe prowadzone z pokładu śmigłowca ze względu na zasięg i ruchliwość umożliwia rozpoznawanie większej liczby obiektów. Jednak o ile ten typ rozpoznania nie będzie wspierany środkami technicznymi zwiększającymi dokładność rozpoznawania to będzie on mniej wartościowy niż naziemne rozpoznanie wzrokowe (analogicznie, jak w przypadku rozpoznania lotniczego i bezpilotowych środków rozpoznania powietrznego). Wraz ze wzrostem powierzchni zajmowanej przez obiekty rozpoznania to będzie wymagało wydłużenia czasu potrzebnego na rozpoznanie poszczególnych obiektów.

Dla rozpoznania wzrokowego prowadzonego przez patrol rozpoznawczy niezmienione pozostaną okresy czasu potrzebne na rozpoznanie środka walki przez element rozpoznania więc i wymagany okres czasu na rozpoznanie poszczególnych podobiektów przez element rozpoznania pozostanie bez zmiany.

Występujące zmiany odległości pomiędzy podobiektami

spowodują zmiany okresu czasu przemieszczania się elementu rozpoznania pomiędzy kolejnymi punktami obserwacyjnymi, ponieważ ulegnie zmianie odległość pomiędzy tymi punktami obserwacyjnymi.

Dyskusyjna pozostaje w tym przypadku zmiana prędkości przemieszczania się elementu rozpoznania. Podczas planowania działania elementów rozpoznania trudno będzie przewidzieć straty w poddziałach przeciwnika i wynikające z tego trudności w przemieszczaniu się poszczególnych elementów rozpoznania.

3. OKREŚLANIE WPŁYWU TAKTYKI STOSOWANEJ PRZEZ RODZAJE ROZPOZNANIA NA MIARĘ WYKRYCIA OBIEKTÓW

W prowadzonych przez nas badaniach skoncentrujemy uwagę na następujących, przykładowych rodzajach rozpoznania:

a) rozpoznanie wzrokowe:

- grupa specjalna;
- patrol rozpoznawczy;
- rozpoznanie wzrokowe z pokładu śmigłowca;

b) rozpoznanie radiolokacyjne:

- posterunki radiolokacyjne.

Analizę działania elementów rozpoznania prowadzących rozpoznanie wzrokowe rozpoczniemy od grupy specjalnej.

Element rozpoznania typu grupa specjalna na podstawie planu rozpoznania otrzymuje rejon, w którym powinien prowadzić rozpoznanie. Ma określone w zadaniach obiekty do rozpoznania. W wyznaczonym rejonie działania grupa specjalna ma możliwość swobodnego wyboru taktyki działania. Może to być patrolowanie rejonu, obserwacja obiektów ze stałych punktów obserwacyjnych lub inne metody działania. Pozwala to na pewną swobodę w działaniu elementu.

Ponieważ wzory 1.3.1 i 1.3.2 są słuszne dla rozpoznania wzrokowego, prowadzonego przez elementy typu patrol rozpoznawczy, zachowają słuszność i dla grupy specjalnej patrolującej teren. Jedyne modyfikacja dotyczy zmiany określenia czynnika $\Delta \tau^d(n,r)$. Dla ogólnego przypadku wartość czasu niezbędnego na dotarcie do pierwszego punktu obserwacyjnego wynikała z odległości tego punktu od linii

styczności wojsk i szybkości poruszania się elementu rozpoznania. Wprowadzone w tym miejscu określenie nie zmienia sensu tego czynnika, lecz podaje jedynie metodę jego określenia, wynikającą ze specyfiki działań grupy specjalnej.

Dla przypomnienia przedstawiamy tu oba wzory wraz z oznaczeniami:

(1.3.1)

$$\Delta\tau^v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau^r(n,r,j) \right] + \left[\sum_{j=1}^{m(n)-1} \Delta\tau^p(n,r,j,j+1) \right] + \Delta\tau^d(n,r)$$

gdzie:

$$\Delta\tau^r(n,r,j) = \sum_{i=1}^{k(i,j)} t(r,i,j,n)$$

i

$$\Delta\tau^p(n,r,j_1,j_2) = \frac{H(n,j_1,j_2)}{V(r)}$$

oraz

(1.3.2)

$$\Delta\tau^v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau^r(n,r,j) \right] + \left[\sum_{j=1}^{m(n)-1} \Delta\tau^p(n,r,j,j+1) \right] + \Delta\tau^z(n_1,n_2,r)$$

gdzie:

$$\Delta \tau^z(n_1, n_2, r) = \frac{H^\beta(n_1, n_2)}{V(r)}$$

Przyjęto tu następujące oznaczenia:

$H(n, j_1, j_2)$ - odległość pomiędzy stanowiskami obserwacyjnymi dla podobiektu j_1 i podobiektu j_2 n -tego obiektu;

$H^\alpha(n)$ - odległość n -tego obiektu od linii styczności wojsk;

$H^\beta(n_1, n_2)$ - odległość pomiędzy ostatnim punktem obserwacyjnym obiektu n_1 i pierwszym punktem obserwacyjnym obiektu n_2 ;

i - numer rozpoznawanego środka walki;

$k(j)$ - liczba środków o dużych gabarytach (wymiarach powyżej 2 m, umożliwiające prowadzenie rozpoznania wzrokowego) znajdujących się w j -tym podobieckcie;

n - numer obiektu nieprzyjaciela;

$m(n)$ - liczba podobiektów (obiektów prostych) wchodzących w skład n -tego obiektu;

$P(n)$ - powierzchnia zajmowana przez n -ty obiekt;

$s(n)$ - liczba środków walki wchodzących w skład n -tego obiektu;

$t^o(r)$ - okres czasu określania położenia środka walki przez r -ty rodzaj rozpoznania;

$t^r(r, i, j, n)$ - okres czasu potrzebny na rozpoznanie i -tego środka walki w j -tym podobieckcie n -tego obiektu przez element rozpoznania r -tego typu;

$t^s(r, i, j, n)$ - okres czasu szukania przez r -ty rodzaj rozpoznania i -tego środka walki w j -tym podobieckcie n -tego obiektu;

$t^z(r)$ - okres czasu zaznaczania położenia środka walki

przez r -ty rodzaj rozpoznania;

$V(r)$ - prędkość przemieszczania się elementu r -tego typu.

$\Delta\tau^r(n,r,j)$ - wymagany okres czasu na rozpoznanie j -tego podobiektu n -tego obiektu przez element rozpoznania r -tego typu;

$\Delta\tau^p(n,r,j_1,j_2)$ - okres czasu przemieszczenia się elementu rozpoznania r -tego typu od stanowiska obserwacyjnego dla podobiektu j_1 do stanowiska obserwacyjnego dla podobiektu j_2 w obiekcie n ;

$\Delta\tau^d(n,r)$ - okres czasu niezbędny na dotarcie r -tego elementu do pierwszego punktu obserwacyjnego dla n -tego obiektu;

$\Delta\tau^z(n_1,n_2,r)$ - okres czasu niezbędny na przemieszczenie się r -tego elementu od ostatniego punktu obserwacyjnego dla obiektu n_1 do pierwszego punktu obserwacyjnego dla obiektu n_2 ;

Dla drugiej metody postępowania grupy specjalnej, to znaczy obserwacji obiektów ze stałych punktów obserwacyjnych wzór ten należy zmodyfikować. Ponieważ punkty obserwacyjne będą stałe, czynnik wynikający z konieczności uwzględnienia czasu zmiany punktu obserwacyjnego należy pominąć i wzory 1.3.1 i 1.3.2 przyjmą następującą postać:

(3.1)

$$\Delta\tau_v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau_r(n,r,j) \right] + \Delta\tau_d(n,r)$$

(3.2)

$$\Delta\tau_v(n,r) = \left[\sum_{j=1}^{m(n)} \Delta\tau_r(n,r,j) \right] + \Delta\tau_z(n_1,n_2,r)$$

Wzory te pozwalają na określenie czasu niezbędnego na dokładne rozpoznanie obiektu przez element typu grupa specjalna, prowadzący obserwację ze stałych punktów obserwacyjnych.

Na podstawie tych wzorów jesteśmy w stanie określić, że obserwacja ze stałych punktów obserwacyjnych pozwala na uzyskiwanie danych o obiekcie w krótszym czasie, niż podczas patrolowania. Jest to więc taktyka szczególnie przydatna dla rozpoznawania obiektów bardzo ważnych, dla których okres aktualizacji danych jest krótki.

Wykorzystując w modelu rozpoznania tę informację, należy zmniejszyć wielkość okresu czasu wymaganego na rozpoznanie obiektu - w stosunku do wartości przechowywanej w zbiorze czasów wzorcowych - o wartość czasu niezbędnego na przemieszczanie.

Dla elementu rozpoznania typu patrol rozpoznawczy przedstawione wcześniej wzory 1.3.1 i 1.3.2 są słuszne i możemy przyjmować wartości przechowywane w zbiorze bez zmian.

Dla elementu rozpoznania typu rozpoznawcze z pokładu śmigłowca do analizy działania stosujemy wzory 1.3.1 i 1.3.2, lub w bardziej praktycznej do wykorzystania postaci wzory 1.3.3 i 1.3.4. Ponieważ charakterystyka działania tego rodzaju rozpoznania jest nieco odmienna uwzględnimy to zmieniając wartość okresu czasu potrzebnego na rozpoznanie środka walki oraz szybkość przemieszczania się elementu.

Proponujemy więc, aby wartości okresów czasu szukania wydłużyć zmieniając współczynnik proporcjonalności $a(r)$ (np.: trzykrotnie), a zmniejszyć okres czasu niezbędnego na

przemieszczanie się pomiędzy posterunkami, co wynika z dużej szybkości poruszania się śmigłowca. Wartości te należy jednak poddać dokładnym oddzielnym badaniom.

Nieco odmiennie przedstawia się sprawa z rozpoznaniem radioelektronicznym. Radionamierniki mogą bowiem rejestrować tylko te radiostacje, które pracują. W przypadku, gdy nieprzyjaciel nie będzie wykorzystywał swoich radiostacji (np. ogłosi ciszę radiową) radionamierniki nic nie wykryją. Istotną jest tu również sprawa określenia przynależności radiostacji. Sama informacja o położeniu nadajnika jest niewiele warta. Wymaga ona uzupełnienia o nazwę jednostki na korzyść której ona pracuje.

Bezpośrednie przyjęcie wzorów 1.3.3 i 1.3.4 jest niemożliwe. Wzory te mogłyby pozwolić jedynie na określenie czasu niezbędnego dla namierników na określenie położenia źródeł promieniowania elektromagnetycznego. Celem prawidłowego odwzorowania rzeczywistości należy nadać tym wzorom następującą postać:

(3.3)

$$\Delta\tau^v(n,r) = (m(n) * \Delta\tau^{rrs}(n,r))$$

gdzie:

$$\Delta\tau^{rrs}(n,r) = \Delta\tau^{ops}(n,r) + \Delta\tau^{ans}(n,r)$$

Zachowaliśmy wszystkie oznaczenia wprowadzone poprzednio i oprócz tego:

$\Delta\tau^{rrs}$ - wymagany średni okres czasu na rozpoznanie radioelektroniczne n-tego obiektu przez element rozpoznania r-tego typu;

$\Delta\tau^{ops}$ - wymagany średni okres czasu na określenie położenia

n-tego obiektu przez element rozpoznania r-tego typu;
 $\Delta\tau^{ans}$ - wymagany średni okres czasu na analizę danych z
nasiluchu o n-tym obiekcie przez element
rozpoznania r-tego typu;

Proponowana tu postać wzoru wykorzystuje dane
dotychczas przez nas nie zbadane. Przed praktycznym
wykorzystaniem tego wzoru należy przeprowadzić badania,
które pozwolą ustalić wartości $\Delta\tau^{ops}$ i $\Delta\tau^{ans}$. Wartości te
pozwolą na ocenę możliwości rozpoznania
radioelektronicznego.

4. PROPOZYCJA METODY USTALANIA WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW PROPORCJONALNOŚCI DLA OKREŚLENIA CZASU SZUKANIA

Współczynniki proporcjonalności występujące przy określaniu wartości $t^r(r,i,j,n)$ pozwalają określić pewne charakterystyki działania określonego typu elementów rozpoznania.

Współczynnik $a(r)$ określa okres czasu niezbędny na pełne rozpoznanie obiektu o powierzchni równej $P(n)$ przez element rozpoznania typu r przy założeniu obecności jednego środka walki. Wartość tego współczynnika można wyznaczyć eksperymentalnie (badając odpowiednio dużą ilość elementów rozpoznania tego samego typu). Eksperyment ten powinien polegać na rozpoznawaniu tylko jednego środka walki.

Współczynnik $b(r)$ określa wpływ informacji o rozpoznanych już obiektach na czas rozpoznawania pierwszego środka walki w kolejnym obiekcie. Określenie wartości tego współczynnika jest bardziej skomplikowane. Realizacja eksperymentu jest utrudniona przez konieczność zaangażowania dość znacznych środków i odwzorowywania działań potencjalnego przeciwnika. Konieczna jest tu gruntowna znajomość taktyki przeciwnika i wybór najbardziej typowych sytuacji. Współczynnik ten powinien zostać wyznaczony dopiero po wyznaczeniu współczynników $c(r)$ i $d(r)$.

Współczynnik $c(r)$ określa wpływ ilości rozpoznanych podobiektów na okres czasu rozpoznania pierwszego środka walki w kolejnym podobiecku. Podobiekiem nazywać będziemy obiekt prosty lub grupę środków walki możliwe do rozpoznania z jednego punktu obserwacyjnego. Ponieważ okres czasu na

przemieszczanie pomiędzy poszczególnymi punktami obserwacyjnymi określa wartość $\Delta t^P(n,r,j,j+1)$ we wzorze 1.3.1. i 1.3.2 lub wartość $\Delta t^{Ps}(n,r)$ we wzorach 1.3.3 i 1.3.3., nie należy przy określaniu tego współczynnika uwzględniać czasu przemieszczania pomiędzy poszczególnymi stanowiskami obserwacyjnymi.

Współczynnik $d(r)$ określa wpływ ilości rozpoznanych środków walki na okres czasu szukania kolejnych środków walki w j -tym podobiekcie n -tego obiektu. Podobnie jak wartość współczynnika $a(r)$ tak i wartość współczynnika $d(r)$, dla obiektów o niezbyt dużej liczbie środków walki, jest prosta do wyznaczenia droga eksperymentalna.

Oczywistym jest, że wartości współczynników wyznaczonych na podstawie eksperymentu, przeprowadzanego w warunkach "laboratoryjnych" (przygotowanie wybranych elementów rozpoznawczych, przygotowanie pozoracji przeciwnika) mogą dostarczyć wyniki różne od wyników uzyskanych w czasie ćwiczeń. Dopiero po porównaniu wartości współczynników uzyskanych z ćwiczeń i z warunków "laboratoryjnych" można określić wartości odzwierciedlające prawidłowo rzeczywistość.

Dla potrzeb wstępnych badań opracowano wartości współczynników na podstawie analizy ćwiczeń. Wartości tych współczynników przedstawia tabela 4.1.

Tabela 4.1.

Wartości współczynników proporcjonalności.

Współczynnik	a(r)	b(r)	c(r)	d(r)
Typ elementu rozpoznania				
WP	100	0.15	0	0
BPR	80	0.15	0.1	0
PR	80	0.16	0.1	0
SPR	60	0.16	0.11	0.1
OPR	70	0.15	0	0
DR	50	0.15	0.12	0.1
Grupa spec.	40	0.14	0	0
Radioteletr.	55	0.18	0.12	0.12

Wartości współczynników wynikają z potencjalnych możliwości działania poszczególnych elementów rozpoznania i konieczności odzwierciedlenia możliwości poszczególnych elementów. Wartość współczynników $c(r)$ i $d(r)$ równa 0 świadczy o niemożności wykorzystania przez element rozpoznawczy danego typu informacji już zgromadzonych w celu skrócenia czasu rozpoznawania następnych środków walki.

W systemie MIKRO-RW zbiór WZORCE.PMC zawiera informacje o wzorcach obiektów nieprzyjaciela. Informacje tam zgromadzone dotyczą wymiarów obiektu, współczynnika jego wrażliwości na uderzenia, kolejności rozpoznawania w zależności od miejsca w ugrupowaniu i predyspozycje do rozpoznawania przez rodzaje rozpoznania. Na podstawie

zawartości tego zbioru można określić jakie podobiekty wchodzi w skład danego obiektu. Informacji tej nie można jednak wykorzystać do określenia czasu szukania kolejnych środków walki wchodzących w skład poszczególnych podobiektów obiektu. Przecież w rzeczywistości którą ma odwzorowywać system elementy rozpoznania nie natrafiają na kolejne obiekty w tej właśnie kolejności w jakiej zapisane są w zbiorze.

Pragnąc uzyskać jak najwierniejsze odwzorowanie rzeczywistości zaproponowano w przykładowym programie inne rozwiązanie. Na podstawie powierzchni zajmowanej przez obiekt określa się liczbę punktów obserwacyjnych. Wynika to między innymi z możliwości prowadzenia obserwacji i rozpoznania w zasięgu od 4 km do 5 km maksymalnie. Przyjęto więc, że z jednego punktu obserwacyjnego można prowadzić rozpoznanie na powierzchni 16 km^2 . W dalszych obliczeniach posługiwano się więc zastępczo zamiast ilości podobiektów ilością punktów obserwacyjnych. Wartość ta została przyjęta dla badań i po przeprowadzeniu odpowiednich eksperymentów będzie można ją skorygować.

5. WERYFIKACJA USTALONYCH WARTOŚCI WSPÓLCZYNNIKÓW PROPORCJONALNOŚCI NA PODSTAWIE DANYCH NORMATYWNYCH

Wykorzystując przedstawione w punkcie 4 wartości współczynników zrealizowano program obliczeniowy, którego postać źródłowa przedstawia załącznik 11. Program ten został zrealizowany przy wykorzystaniu kompilatora CLIPPER wersji SUMMER'87. Jako dane źródłowe wykorzystano dane zawarte w bazie danych systemu MIKRO-RW przygotowane dla przykładów przedstawionych w części I. Przygotowane wzorce obiektów nieprzyjaciela odzwierciedlają informacje dostępne w [7] i [8] oraz informacje uzyskane w Zarządzie II Sztabu Generalnego Wojska Polskiego i Głównego Zarządu Szkolenia Bojowego.

Wyniki działania programu prezentuje załącznik 12. Uzyskane w wyniku działania programu sumy wartości czasów szukania poszczególnych środków walki w wymienionych obiektach. Jest to wartość, którą można przyjmować jako pierwsze przybliżenie wartości okresu czasu rozpoznania dla poszczególnych obiektów. Po dokonaniu dalszych badań i ustaleniu wartości okresów czasów :określania położenia i zaznaczania położenia poszczególnych środków walki.

Prezentowane wyniki są zbliżone do wartości zamieszczonych w [10] dotyczących norm dla grup specjalnych. Są to oczywiście wartości przyjęte na podstawie badań przeprowadzonych w trakcie ćwiczeń i odzwierciedlają rzeczywiste wartości.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

1. Obliczanie wartości współczynników K_5 i K_1 .
2. Realizacja algorytmu rozwiązania odwrotnego zadania geodezyjnego.
3. Porównanie wyników realizacji algorytmu przy wykorzystaniu MathCAD i [2] oraz opracowanie statystyczne, i graficzne.
4. Wartości błędu powierzchni w zależności od wartości błędu kąta i długości.
5. Program DLU_GEO.C realizujący algorytm z punktu 1.3.
6. Przykład wykorzystania DLU_GEO w Clipper
7. Porównanie wyników otrzymywanych przez DLU_GEO z danymi wzorcowymi.
8. Wyniki testowania dokładności obliczania pola powierzchni.
9. Program obliczający pole powierzchni zajmowanej przez obiekty zawarte w ocenie według algorytmu z punktu 3.2.
10. Dokładność określania położenia przez przyrządy stosowane w rozpoznaniu.
11. Program OB_WZOR obliczający czasy szukania poszczególnych obiektów wzorcowych.
12. Wyniki działania programu OB_WZOR.
13. Promień błędu namierników.

BIBLIOGRAFIA

1. Praca zbiorowa pod redakcją Romana HLIBOWICKIEGO
Geodezja wyższa i astronomia geodezyjna PWN Warszawa 1981
2. plk mgr inż. Jerzy DYRDA Analiza możliwości
wykorzystania wybranych metod geodezyjnego zadania
odwrotnego dla potrzeb wojsk rakietowych i artylerii.
WAT 1983 Biblioteka Naukowa ASG WP 76652
3. Tabele logarytmów . Szt. Gen. 228/59
4. REGULAMIN WALKI WOJSK LĄDOWYCH SIŁ ZBROJNYCH POLSKIEJ
RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ Część pierwsza (dywizja, pułk)
Szkol. 636/85
5. P. S. ZAKATOW Geodezja wyższa PPNK Warszawa 1959
6. Praca zbiorowa Ćwiczenia z geodezji wyższej
PWN ŁÓDŹ-1965-WARSZAWA
7. VADEMECUM o siłach lądowych państw NATO (SE TDW i PlnE
TDW) Szt. Gen. 1136/83
8. KOMPENDIUM SIŁ ZBROJNYCH PAŃSTW NATO Szt. Gen. 1290/87
9. Jan WERESZCZYŃSKI Podstawy matematyczne radiokreślenia
pozycji Warszawa 1974

46
92-91-
5.

10. ppik dypl. Marian GÓRECKI Sily i środki rozpoznania pułku, dywizji, armii ogólnowojskowej i frontu - skrypt ASG WP wewn.4108/B7
11. ppik dypl. Kazimierz ROHNKA Sily i środki rozpoznania pułku oraz organizacja i prowadzenie rozpoznania w walce - wykład ASG WP P4 2576
12. Charakterystyka obiektów jako przedmiotów rozpoznania - podręcznik Szt.Gen. 645/72
13. por. mgr inż. Marek RUSZCZAK Zastosowanie nomogramów w rozpoznaniu na szczeblach taktycznych - Myśl wojskowa (tajna) 2/1979
14. Zasady organizacji i prowadzenia rozpoznania artyleryjskiego Art.642/79
15. Руководство по применению приборов для разведки и стрельбы наземной артиллерии Министерство обороны СССР

Wykonano w 5 egzemplarzach
Egz. nr 1 - 5 bibl. ASG WP
Wyk. B. Papiernik tel. 14767
Druk. IBM PC F1 WII
Nr ks. ewid. PF1/RWD-10/PF40

Wyd. w... 1
Nadwór B. Papiernik
Data 1989.06.20

