

TECHNOLOGIA TWORZENIA MAP KATASTRALNYCH Z WYKORZYSTANIEM METOD FOTOGRAMETRII I GPS

Alexander Dorozhinsky

(State University „Lvivska Politechnika”, Lviv)

Adam Bałut, Władysław Góral, Jan Gocał

(Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków),

Przez ostatnie pięć lat w gospodarce Ukrainy zachodzą radykalne zmiany połączone z przejściem od gospodarki „rozwinętego socjalizmu” do gospodarki rynkowej. Proces ten nie ominął gospodarki rolnej, w której teraz występują równocześnie trzy formy własności ziemi: państwowa, kolektywna i prywatna. Zgodnie z postanowieniami Prezydenta, Parlamentu i Rządu proces rozszerzania prywatnej własności ziemi ulega przyspieszeniu.

Prywatyzacja ziemi nie przebiega równie szybko w różnych regionach Ukrainy, co wynika z przyczyn obiektywnych i subiektywnych. Ale nie to zagadnienie jest przedmiotem naszej analizy; my tylko stwierdzamy fakt: na Ukrainie postępuje prywatyzacja ziemi i z tego powodu powinien istnieć wiarygodny obrachunek jej zasobów na obszarze całego kraju. Wiadomo przecież, że podatek od nieruchomości jest ważnym źródłem dochodów budżetu państwa i w rzeczywistości jest czynnikiem jego rozwoju.

Inwentaryzacja ziemi na Ukrainie podlega dwóm instytucjom:

- Wydziałom rolnictwa (szczególnie wojewódzkiego i powiatowego);
- Radom delegatów narodowych (wojewódzkim, powiatowym i gmin wiejskich).

Przy pełnym szacunku dla tych instytucji jest oczywiste, że nie są one w stanie same rozwiązać strony technicznej tego problemu, gdyż nie mają odpowiedniej kadry technicznej, sprzętu ani technologii. Poza tym ich funkcja polega na organizacji prac i zapewnieniu finansowania tychże. Wykonawstwo powierza się profesjonalistom.

Ukraina ma duży obszar (603 700 km²), który zamieszkują 52 mln. ludzi. Gdyby inwentaryzację zasobów rolnych prowadzono metodami tradycyjnymi, naziemnymi, to proces ten rozciągnąłby się na dziesiątki lat. Z tego powodu trzeba zastosować nowoczesne technologie, pozwalające prowadzić inwentaryzację ziemi szybko i z wysoką dokładnością.

Jedna z takich technologii, zaproponowana przez autorów niniejszego referatu, została wypróbowana na terenie wybranej wiejskiej gminy województwa lwowskiego. Na technologie

tę składa się wykonanie zdjęć lotniczych i zagęszczenie osnowy lokalnej metodą fotogrametryczną. Pomijając logiczne i matematyczne wywody zaznaczymy, że mapa katastralna na terenie Ukrainy podaje współrzędne punktów granicznych z dokładnością 15 cm (w lokalnym układzie współrzędnych), zaś skala zdjęć lotniczych wynosi 1:8000.

Omawiana technologia zorientowana jest na maksymalne skrócenie prac polowych, odnosi się to zarówno do prac geodezyjnych, jak i do samego procesu tworzenia mapy katastralnej. Jeden z wariantów proponowanej technologii obejmuje następujące etapy:

- sporządzenie projektu inwentaryzacji ziemi,
- stabilizacja punktów granicznych, osnowy geodezyjnej i fotopunktów, wraz z oznakowaniem ich przed ualotem fotogrametrycznym,
- fotografowanie terenu i otrzymanie zdjęć lotniczych,
- wykonanie powiększeń zdjęć dla celów fotointerpretacji (odpowiednio dla punktów osnowy geodezyjnej, punktów granicznych i fotopunktów),
- fotointerpretacja zdjęć,
- opracowanie zbioru danych o właścicielach ziemi,
- aerotriangulacja,
- utworzenie mapy katastralnej metodą fotogrametryczną,
- kontrola produkcji,
- przygotowanie dokumentów będących podstawą do otrzymania aktów prawnych na posiadanie ziemi.

W naszym referacie przedstawiamy tylko następujące etapy: fotointerpretację zdjęć lotniczych, utworzenie lokalnej osnowy geodezyjnej za pomocą technologii GPS, obliczenie współrzędnych fotopunktów, opracowanie mapy katastralnej metodą fotogrametryczną.

Fotointerpretacja

Z filmu lotniczego (o skali 1:8000) wykonuje się odbitki powiększone do skali 1:2000. W terenie zaznacza się na tych zdjęciach: punkty graniczne własności (działek), granice fizyczne (parkany, ogrodzenia, ulice, ścieżki itp.), ulice, drogi, granice użytków rolnych w obrębie poszczególnych działek (sad, ogród, pastwisko i inne). Dla każdej działki podaje się na zdjęciu nazwisko i adres właściciela, a później jego numer rejestracyjny z księgi wieczystej. Wiadomości o prawach własności zostaną wykorzystane dla późniejszego skomputeryzowanego systemu

rejestracji. Zaznaczmy, że wykonanie tych prac można powierzyć wykonawcom o niewysokich kwalifikacjach zawodowych (technicy, studenci) lub nawet osobom przeszkolonym na dwutygodniowych kursach.

Zakładanie lokalnej osnowy geodezyjnej

W aktualnych warunkach można to klasyczne zadanie geodezyjne wykonać wiarygodnie i dokładnie w bardzo krótkim czasie. Podstawową przesłanką jest wykorzystanie technologii Globalnego Systemu Pozycyjnego (GPS).

Sieć oporowa w każdym przypadku, niezależnie od terytorium administracyjnego, ma swój schemat geometryczny. Z doświadczenia wynika, że dla niewielkich obszarów ($5-10 \text{ km}^2$) techniką GPS należy założyć sieć, która łączy:

- punkty graniczne, założone na zewnętrznej granicy obszaru jednostki administracyjnej (na przykład gminy wiejskiej);
- punkty graniczne wewnętrzne w takiej ilości i w takim układzie, by mogły być wykorzystane do późniejszych prac mierniczych;
- fotopunkty dla aerotriangulacji blokowej;
- niektóre trwałe, stabilne obiekty naturalne, które można by wykorzystać w późniejszych pracach mierniczych.

Aktualnie do tego celu najbardziej nadaje się szybka, pseudokinematyczna metoda GPS, zwana też stop-and-go. W ciągu jednego tygodnia można założyć sieć geodezyjną na terenie o powierzchni $5-7 \text{ km}^2$ przy ograniczonym stosowaniu samochodów. Więcej szczegółów dotyczących prac wykonanych techniką GPS podajemy niżej.

Prace geodezyjne związane z wyznaczeniem fotopunktów

Technologia przewiduje założenie sieci fotopunktów, które zostaną następnie wykorzystane do zagęszczenia sieci aerotriangulacji blokowej. Schemat rozmieszczenia fotopunktów jest uzależniony od kształtu obszaru objętego pomiarem. W większości przypadków zewnętrzne punkty graniczne nie leżą na obwodzie bloku aerotriangulacji. Dlatego też w trakcie sporządzania projektu rozmieszczenia fotopunktów należy w maksymalnym stopniu wykorzystać możliwości umieszczenia fotopunktów na punktach granicznych.

Zauważmy, że w proponowanej technologii przyjęto założenie, iż nalot fotogrametryczny odbędzie się po zastabilizowaniu w terenie punktów wszystkich rodzajów i po ich odpowiednim oznakowaniu. Są jednak możliwe przypadki, w których nalot odbędzie się przed stabilizacją punktów. Tak właśnie było w naszym doświadczeniu. Fotopunkty wybiera się w tej sytuacji na powiększonych zdjęciach i mogą za nie służyć tylko obiekty o bardzo ostrych konturach (narożnik domu, most, załamanie parkanu, słup lub in.). Nie wolno wybierać obiektów, dla których dokładność identyfikacji jest niższa niż 10-15 cm.

Jak wiadomo, ilość fotopunktów niezbędnych dla aerofototriangulacji zależy od rozmiarów samego bloku i parametrów nalotów. Wzory obliczania gęstości fotopunktów można znaleźć w rozlicznych podręcznikach fotogrametrii.

Można by pomyśleć, że lepiej byłoby rozmieścić fotopunkty nie na obwodzie bloku, lecz na zewnętrznej granicy administracyjnej. Ale nie należy zapominać o tym, że jeśli dziś prowadzimy prace na terenie danej jednostki administracyjnej, jutro wypadnie zrobić to samo na terenie jednostek sąsiednich. Wtedy wykorzystamy już założone fotopunkty. W szczególności zauważmy, że schemat rozmieszczenia fotopunktów zawsze odnosi się do konkretnego obszaru, a projekt powinien tworzyć doświadczony specjalista. Pamiętajmy przy tym, że nowoczesne oprogramowanie dla aerotriangulacji pozwala zagęszczać sieci o dowolnym kształcie, nie tylko kwadratu czy prostokąta.

Metoda fotogrametryczna tworzenia mapy katastralnej

Wybór metody zależy od posiadanych środków technicznych. W chwili obecnej dość efektywna jest technologia opierająca się na wykorzystaniu autografów analitycznych. Autograf tego typu, noszący nazwę „Stereoanagraf”, jest produkowany w Winnitsy na Ukrainie przez przedsiębiorstwo „Aerogeopryład” wchodzące w skład firmy „Geosystem”. Ten autograf posiada oprogramowanie dla zadań fotogrametrycznych oraz tworzenia map katastralnych dla komputerów klasy IBM PC-386 i wyższych.

Oczywiście, aktualne jest wykorzystanie do tych celów fotogrametrycznych stacji cyfrowych (SCF). Na Ukrainie proces ten niedawno się rozpoczął, ta sama firma „Geosystem” produkuje SCF „Delta” o dobrych parametrach dokładnościowych i różnych systemach pracy (on-line, off-line).

Prace na autografie analitycznym lub SCF prowadzi się w dwóch etapach. W pierwszym wykonuje się pomiary fotogrametryczne dla aerotriangulacji blokowej. Technologia tego procesu jest dość powszechnie znana.

W drugim etapie opracowuje się zbiór informacji dla opracowania mapy katastralnej. Informacja geometryczna jest otrzymywana z pomiarów fotogrametrycznych, zaś semantyczna - z materiałów fotointerpretacji polowej, a także z ksiąg rejestrów gruntowych.

Przed archiwizacją cyfrowej mapy katastralnej przeprowadzana jest kontrola jakości i kompletności materiałów wynikowych, dokonuje się automatycznego wykreślenia mapy, oblicza powierzchnie, a także zestawia katalogi współrzędnych punktów granicznych dla każdego właściciela.

Na ostatnim etapie, za pomocą specjalnego oprogramowania i z wykorzystaniem banku danych o geometrii działek każdego właściciela, opracowuje się i drukuje podstawowe dokumenty dla gminy.

Na podstawie tych dokumentów rząd (Rada Delegatów Narodowych) wydaje każdemu właścicielowi akt własności ziemi lub akt użytkowania ziemi.

Pomiary GPS w zastosowaniu do opracowania mapy katastralnej

Technologia GPS jest w aktualnych warunkach jedyną metodą pomiarową pozwalającą wyznaczyć współrzędne punktów osnowy fotogrametrycznej, punktów lokalnej osnowy geodezyjnej, punktów granicznych oraz innych szczegółów w krótkim czasie z wystarczającą dokładnością. Obecnie na rynku jest dostępna szeroka gama odbiorników sygnałów GPS. Można je umownie podzielić na trzy podstawowe typy:

- A) odbiorniki kodowe, rejestrujące jedynie sygnały kodu C/A. Ze względu na niską dokładność pomiarów odbiorniki tego typu nie nadają się do prac geodezyjnych i nie będą omawiane w niniejszym artykule;
- B) odbiorniki rejestrujące kod C/A i fazę fali nośnej na częstotliwości L1;
- C) odbiorniki rejestrujące kod C/A oraz fazę pełnej fali nośnej na dwóch częstotliwościach L1 i L2, a więc zdolne do częściowej (lecz wystarczającej) restytucji kodu precyzyjnego P.

Odbiorniki wszystkich wyżej wymienionych typów mogą, w zależności od dodatkowego wyposażenia, pracować w trzech trybach:

- a) jako odbiorniki samodzielne. Jest to najmniej dokładny tryb pracy, stosowany przede wszystkim w nawigacji i w kieszonkowych odbiornikach turystycznych. Przy aktualnie permanentnie włączonej selektywnej dostępności (SA) tryb ten pozwala w sposób natychmiastowy wyznaczyć pozycję w układzie WGS84 z błędem średnim (na poziomie 2σ) około ± 100 m w płaszczyźnie poziomej i ± 300 m w wysokości. Kilku- lub nawet kilkunastogodzinne nieprzerwane obserwacje pozwalają zmniejszyć ten błąd do poziomu około 10 m;
- b) jako odbiorniki do pomiarów względnych (różnicowych). Sygnały emitowane przez satelity GPS są równocześnie odbierane i rejestrowane przez co najmniej dwa odbiorniki. Po zakończeniu pomiarów zarejestrowane dane zostają przepisane do komputera w celu obliczenia składowych wektora łączącego te dwa punkty. Jest to podstawowy tryb wykorzystania odbiorników GPS w geodezji. Dokładność tak wyznaczonego wektora zależy od jego długości, typu odbiornika, interwału pomiarowego i konfiguracji satelitów. Dokładności rzędu ± 5 mm + 1 ppm uzyskuje się tylko za pomocą odbiorników typu B i C. Pomiar wektora o długości do 5 km odbiornikami typu B wymaga 30 - 60 minut, zaś odbiornikami typu C 10 - 15 minut (5 - 10 minut gdy wystarcza dokładność ± 10 mm + 1 ppm). Odbiorniki jedno-częstotliwościowe w zasadzie nie powinny być stosowane do pomiarów wektorów dłuższych od 15 - 20 km, gdyż rejestrowane przez nie dane nie pozwalają na eliminację wpływu różnicowej refrakcji jonosferycznej, obniżającej dokładność wyznaczenia danego wektora;
- c) jako odbiorniki pracujące w czasie rzeczywistym. Jest to tryb pracy analogiczny do b), jednakże sygnały zarejestrowane przez jeden odbiornik są natychmiast przesyłane poprzez modem radiowy do drugiego odbiornika, który w czasie rzeczywistym wylicza składowe wektora. Ten tryb pracy pozwala wyznaczyć w terenie parametry transformacji z układu WGS84 do dowolnie zdefiniowanego układu lokalnego, a przez to pracę - zarówno pomiar jak i tyczenie punktów - w tymże lokalnym układzie. Pracujące w omawianym trybie odbiorniki typu C są w niekiedy nazywane „GPS Total Station”.

Wielkościami obserwowanymi w pomiarach sygnałów GPS są fazy fal nośnych L1 i L2 oraz pomocniczo fazy kodów. Tak więc podstawowym problemem obliczania wektorów GPS jest na wstępie wyznaczenie tak zwanej „nieoznaczoności”, rozumianej jako początkowa, całkowita liczba pełnych odłożeń fali. To właśnie niezbędna ilość odczytań faz potrzebna do wyznaczenia tych nieoznaczoności decyduje o czasie obserwacji zależnym od typu odbiornika, a także od długości wektora i konfiguracji satelitów. Metodę pracy, w której nieoznaczoności są wyznaczane niezależnie dla każdego wektora nazywamy metodą statyczną. Szybka odmiana metody statycznej, dostępna w odbiornikach typu C, jest nazywana Rapid Static. Można jed-

nak mierzyć wektory również i w inny sposób: wyznaczyć nieoznaczoności na pierwszym z nich, a następnie, przenosząc jeden z odbiorników na kolejne punkty bez przerywania pomiarów, wyznaczać kolejne wektory. Wtedy czas pomiaru na poszczególnych punktach może sprowadzać się do zaledwie kilku (2 - 10, co trwa 5 - 60 sekund) odczytów faz. Mówimy wówczas, że pracujemy metodą pseudokinematyczną, zwaną też stop-and-go; gdy zaś odbiornik ruchomy przemieszcza się w sposób ciągły mówimy, że pomiar odbywa się metodą kinematyczną. Jeżeli odbiornik ruchomy znajduje się w odległości do kilku kilometrów od odbiornika stałego (bazowego), wektory wyznaczone metodą stop-and-go charakteryzują się dokładnością 3-5 cm. Wyznaczenie całkowitej początkowej nieoznaczoności na pierwszym wektorze może nastąpić poprzez pomiar statyczny lub poprzez specjalną procedurę zamiany anten. Innym sposobem jest rozpoczynanie pomiaru od wektora o znanych współrzędnych. Odbiorniki typu C wyposażone w opcję OTF (ambiguity resolution on-the-fly) pozwalają w ogóle pominąć etap inicjalizacji pomiaru.

To pobieżne omówienie wykazuje, że technologia - a więc i czas trwania - pomiarów GPS na potrzeby fotogrametrycznego opracowania map katastralnych zależą od typu i ilości posiadanych odbiorników oraz od przyjętej metody pomiaru. Niewątpliwie najszybszym rozwiązaniem jest pomiar w czasie rzeczywistym za pomocą odbiorników typu C.

Badania doświadczalne proponowanej technologii

Opisana powyżej technologia została sprawdzona w rzeczywistych warunkach w okresie od sierpnia do grudnia 1996 r. Eksperyment przeprowadzono na terytorium dwóch wsi (jednej wiejskiej gminy) o łącznej powierzchni 60 km². Nalot fotogrametryczny przeprowadzono w kwietniu 1995 r. przed rozwinięciem się liści na drzewach. Zdjęcia o formacie 180*180 mm wykonano w skali 1:8000 kamerą o ogniskowej $f=100$ mm. Do opracowania fotogrametrycznego wykorzystano 24 zdjęcia. Projekt prac inwentaryzacyjnych wykonano na mapach w skali 1:10 000 i 1:25 000. Na mapy naniesiono granice administracyjne gminy i przybliżone położenia środków zdjęć lotniczych.

Punkty graniczne zastabilizowano słupami dębowymi o wysokości 0.8 m. Każdy słup okopano, tworząc ziemne kopce o średnicy 1 m. Prace te wykonano już po nalocie fotogrametrycznym, przez co nie można było identyfikować punktów na zdjęciach lotniczych.

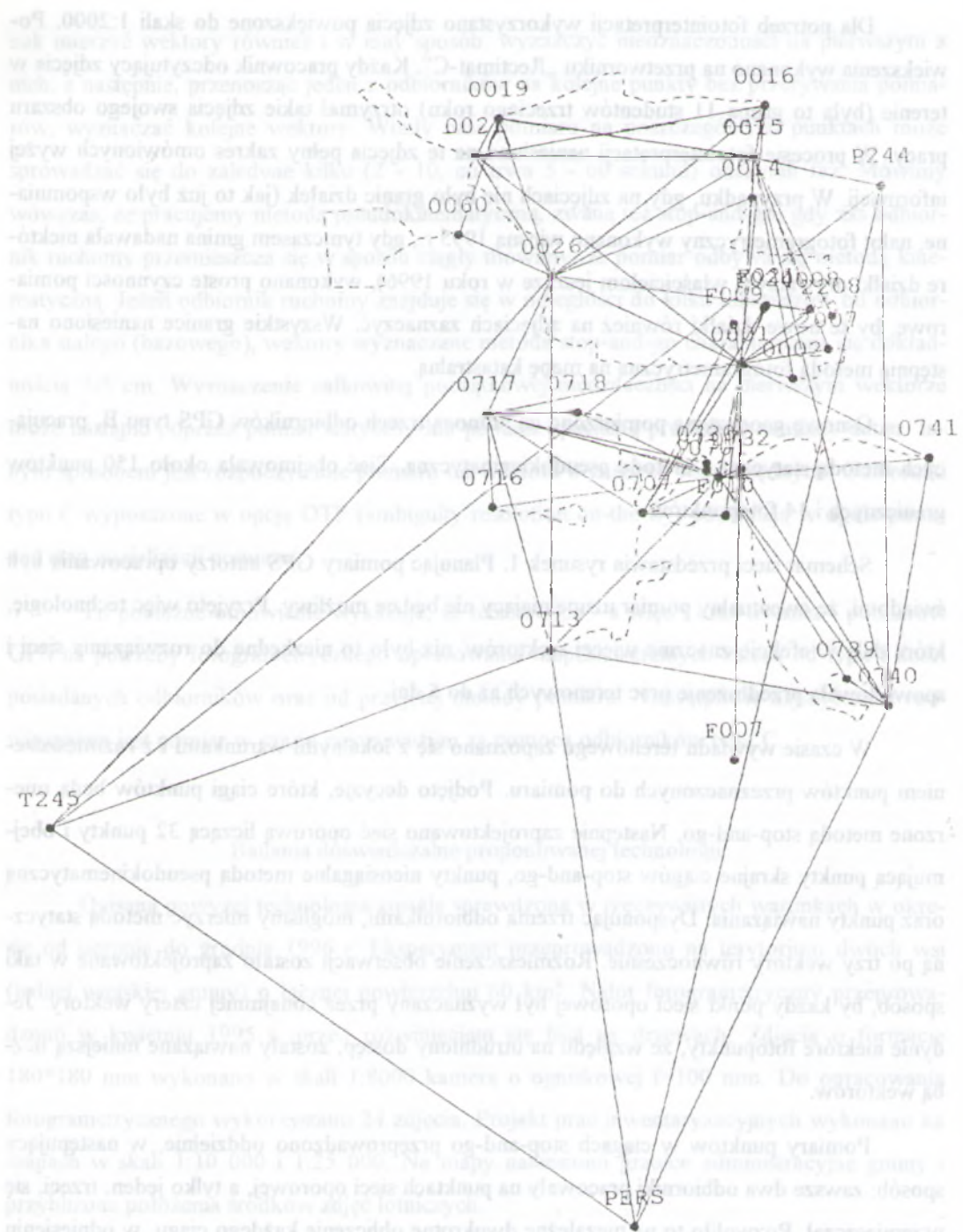
Dla potrzeb fotointerpretacji wykorzystano zdjęcia powiększone do skali 1:2000. Powiększenia wykonano na przetworniku „Rectimat-C”. Każdy pracownik odczytujący zdjęcia w terenie (była to grupa 11 studentów trzeciego roku) otrzymał takie zdjęcia swojego obszaru pracy. W procesie fotointerpretacji naniesiono na te zdjęcia pełny zakres omówionych wyżej informacji. W przypadku, gdy na zdjęciach nie było granic działek (jak to już było wspomniane, lot fotogrametryczny wykonano wiosną 1995 r., gdy tymczasem gmina nadawała niektóre działki prywatnym właścicielom jeszcze w roku 1996), wykonano proste czynności pomiarowe, by te nowe działki również na zdjęciach zaznaczyć. Wszystkie granice naniesiono następnie metodą fotogrametryczną na mapę katastralną.

Osnowę geodezyjną pomierzono za pomocą trzech odbiorników GPS typu B, pracujących metodą statyczną i metodą pseudokinematyczną. Sieć obejmowała około 150 punktów granicznych i 14 fotopunktów.

Schemat sieci przedstawia rysunek 1. Planując pomiary GPS autorzy opracowania byli świadomi, że ewentualny pomiar uzupełniający nie będzie możliwy. Przyjęto więc technologię, która dała w efekcie znacznie więcej wektorów, niż było to niezbędne do rozwiązania sieci i spowodowała przedłużenie prac terenowych aż do 5 dni.

W czasie wywiadu terenowego zapoznano się z lokalnymi warunkami i z rozmieszczeniem punktów przeznaczonych do pomiaru. Podjęto decyzje, które ciągi punktów będą mierzone metodą stop-and-go. Następnie zaprojektowano sieć oporową liczącą 32 punkty i obejmującą punkty skrajne ciągów stop-and-go, punkty nieosiągalne metodą pseudokinematyczną oraz punkty nawiazania. Dysponując trzema odbiornikami, mogliśmy mierzyć metodą statyczną po trzy wektory równocześnie. Rozmieszczenie obserwacji zostało zaprojektowane w taki sposób, by każdy punkt sieci oporowej był wyznaczany przez co najmniej cztery wektory. Jedynie niektóre fotopunkty, ze względu na utrudniony dostęp, zostały nawiazane mniejszą liczbą wektorów.

Pomiary punktów w ciągach stop-and-go przeprowadzono oddzielnie, w następujący sposób: zawsze dwa odbiorniki pracowały na punktach sieci oporowej, a tylko jeden, trzeci, się przemieszczał. Pozwoliło to na niezależne dwukrotne obliczenie każdego ciągu, w odniesieniu do dwóch różnych punktów. Jako ostateczny wynik przyjęto współrzędne uśrednione. W ostatecznym rozwiązaniu sieci wykorzystano również te dodatkowe wektory pomiędzy odbiornikami oporowymi - co w efekcie dało bardzo mocną sieć, o dużej ilości obserwacji nadliczbowych.



Rys. 1 Szkic sieci GPS:

- — ● punkty i wektory sieci oporowej
- ciągi mierzone metodą stop-and-go

Rysunki 2 i 3 przedstawiają przykładowe trajektorie pomiaru metodą stop-and-go.

Dokładność wyznaczenia wzajemnego położenia punktów metodą statyczną wyniosła 6 mm. Wiadomo, że istotną przeszkodę dla pomiarów GPS stanowią wszelkie przesłonięcia horyzontu, a więc drzewa, dachy, słupy itp. W przypadku, kiedy odbiornik nie mógł być ustawiony bezpośrednio nad punktem, stosowano następującą metodę: w pobliżu takiego punktu (w odległości 15-25 m) zamierzano - stosując metodę stop-and-go - dwa punkty pomocnicze, od których następnie mierzono ruletką odległości do właściwego punktu, wyznaczając jego współrzędne wcięciem liniowym.

W wyniku opracowania pomiarów GPS otrzymano współrzędne wszystkich punktów w układzie geocentrycznym i w lokalnym układzie pomocniczym.

Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że technologia GPS jest bardzo efektywną metodą prowadzenia prac katastralnych i inwentaryzacyjnych.

Prace fotogrametryczne dla potrzeb aerotriangulacji wykonano na stereokomparatorze „Dikometer”, a obliczenia i analizę sieci blokowej - na komputerze typu IBM/PC-386 z wykorzystaniem technologii i oprogramowania opracowanych w Katedrze Fotogrametrii Uniwersytetu - Politechniki Lwowskiej. Dokładność aerotriangulacji wyniosła:

- dla punktów oporowych (na nich oparto sieć aerotriangulacji):

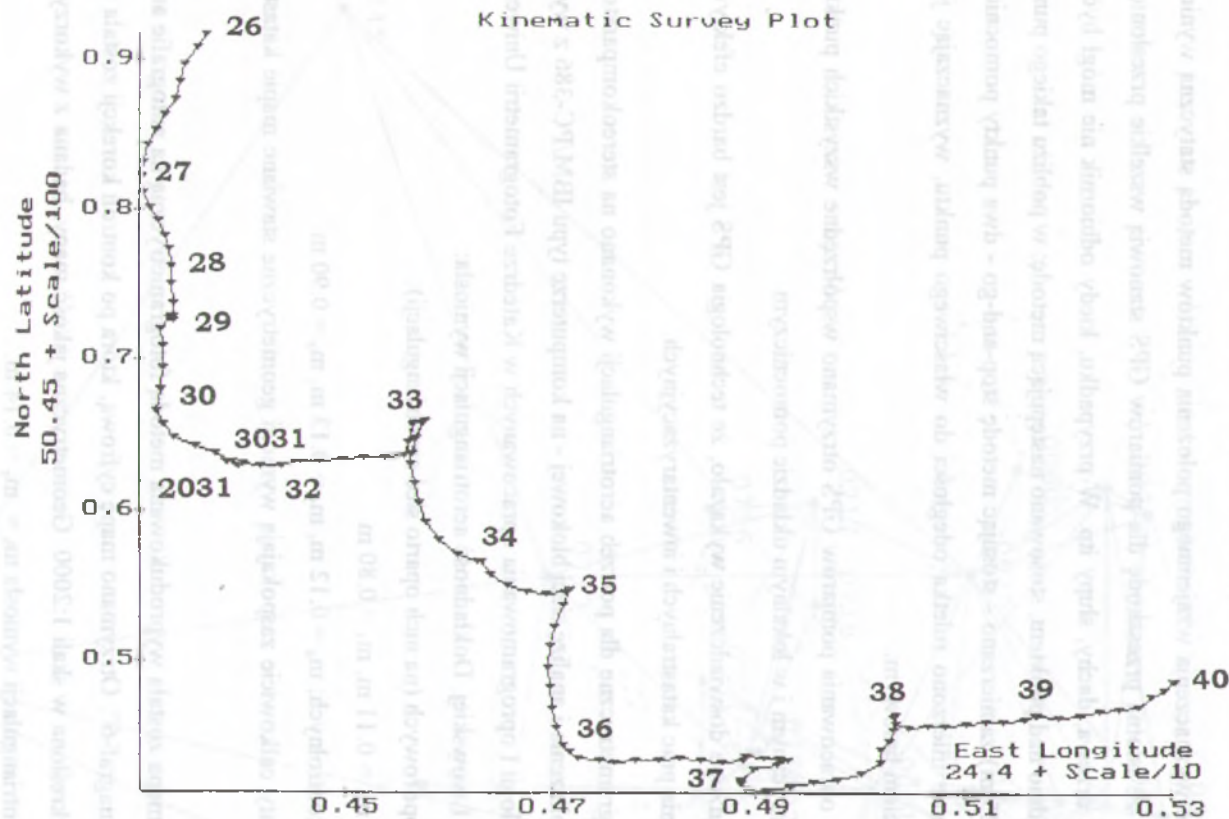
$$m_x = 0.10 \text{ m}, m_y = 0.11 \text{ m}, m_z = 0.80 \text{ m}$$

- dla punktów kontrolnych: $m_x = 0.12 \text{ m}$, $m_y = 0.13 \text{ m}$, $m_z = 0.90 \text{ m}$

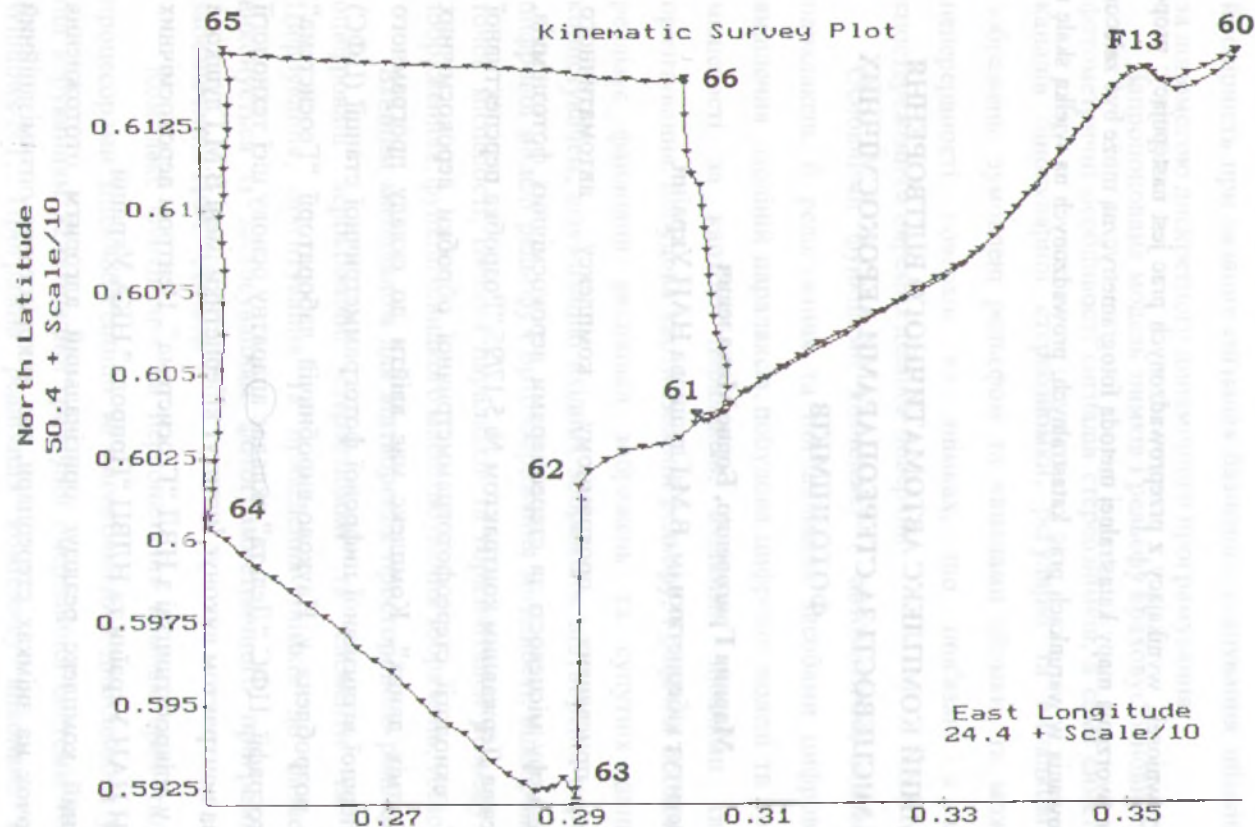
Otrzymane rezultaty całkowicie zaspokajają wymogi geometryczne stawiane mapie katastralnej.

Właściwa mapa została wyprodukowana metodą fotogrametryczną na autografie analitycznym „Stereoaanagraf-6”. Otrzymano mapę cyfrową, która po kontroli korekcji została zarchiwizowana i wykreślona w skali 1:2000. Geometryczna jakość mapy, badana z wykorzystaniem punktów aerotriangulacji wyniosła $m_x = m_y = 0.14 \text{ m}$.

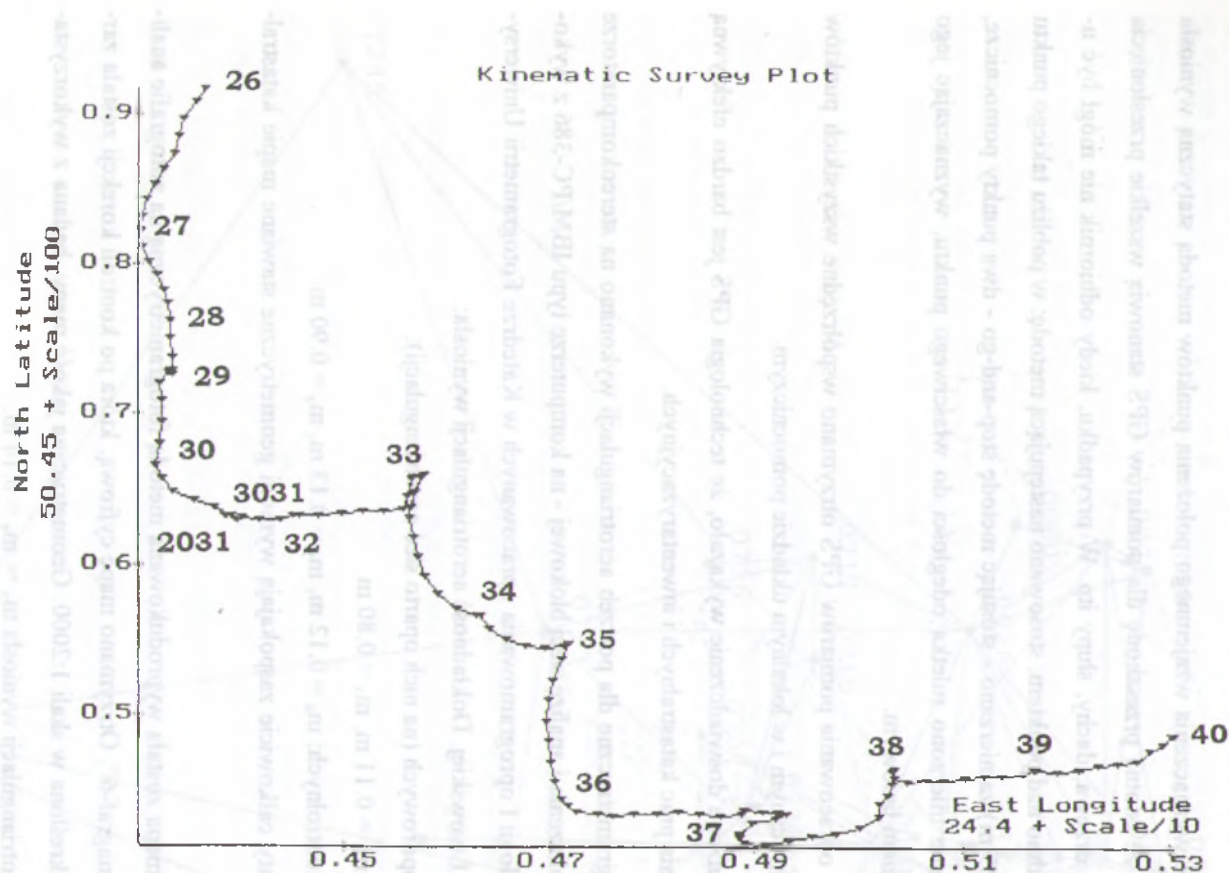
Wygoda stosowania takiej technologii (N) w porównaniu z technologią tradycyjną (T) jest niewątpliwa. Obliczono, że jeśli koszt produkcji w technologii N stanowi 100%, to w technologii T wyniosłby on 145%. Tak więc współczynnik efektywności wynosi 1.45. Niemniej ważna jest czasochłonność wykonania całej pracy. O ile dla małych obszarów technologia wykorzystująca zdjęcia lotnicze nie ma sensu, to dla terytorium już 20 km² przynosi oszczędność 20-40 dni roboczych (w zależności od kategorii i topografii terenu).



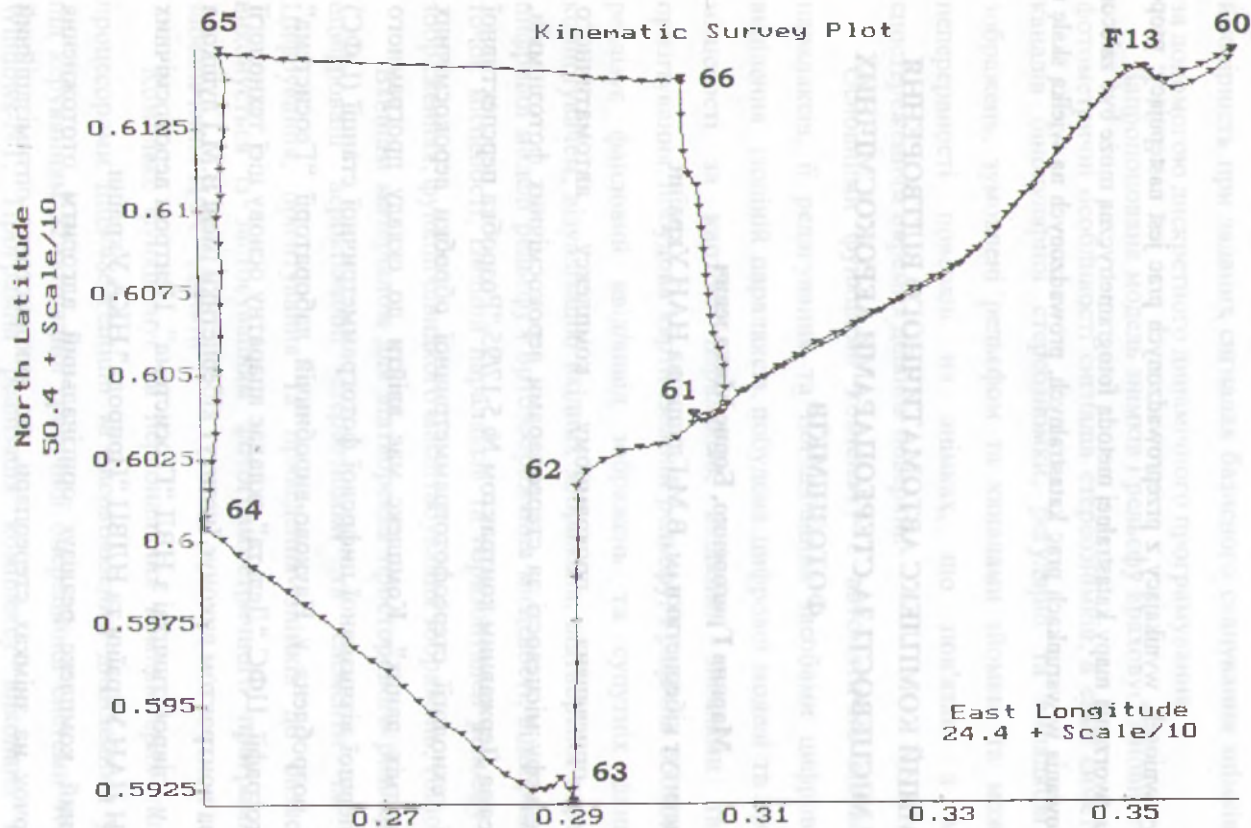
Rys. 2 Schemat ciągu kinematycznego od punktu 26 do punktu 40. Położenia ruchomego odbiornika rejestrowane co 10 sekund. Lokalny układ współrzędnych na elipsoidzie WGS84.



Rys. 3 Schemat ciągu kinematycznego wokół chutoru (pętla wychodząca z punktu 60 i do niego powracająca). Położenia ruchomego odbiornika rejestrowane co 10 sekund. Lokalny układ współrzędnych na elipsoidzie WGS84.



Rys. 2 Schemat ciągu kinematycznego od punktu 26 do punktu 40. Położenia ruchomego odbiornika rejestrowane co 10 sekund. Lokalny układ współrzędnych na elipsoidzie WGS84.



Rys. 3 Schemat ciągu kinematycznego wokół chutoru (pętla wychodząca z punktu 60 i do niego powracająca). Położenia ruchomego odbiornika rejestrowane co 10 sekund. Lokalny układ współrzędnych na elipsoidzie WGS84.

Podstawowy wniosek, wynikający z przeprowadzonych prac jest następujący: proponowana technologia tworzenia mapy katastralnej metodą fotogrametryczną może być zalecona do masowego stosowania w warunkach prac katastralnych, prowadzonych na wielką skalę na Ukrainie.