

Kazimierz GUZIK

Wykonywanie stereoszkiców fotograficznych* jako stereogramów pomiarowych dla celów kartograficzno-geologicznych

Stereoszkic fotograficzny, obiektywnie dokumentujący stereoskopowo odkrywki naturalne i sztuczne oraz fragmenty kartowanego terenu, powinien znaleźć coraz szersze zastosowanie w fotointerpretacji geologicznej, jak również w dokumentowaniu analitycznym terenowych opracowań kartograficzno-geologicznych.

Główną wadą stereoszkicu jest niemożliwość jego wykorzystania pomiarowego. W ciągu ostatnich kilku lat pracowano nad znalezieniem uproszczonej metody i technicznego postępowania, które pozwoliłoby na usunięcie tej wady.

W pierwszym okresie poszukiwań kamery amatorskie zostały zaopatrzone w układ współrzędnych tłowych. Metoda ta okazała się jednak zbyt skomplikowana technicznie i niezbyt dokładna. Poszukiwano więc innych rozwiązań, których wyniki referowane były na posiedzeniu Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego w Warszawie w 1964 r. oraz prezentowane na wystawie XI Międzynarodowego Kongresu Fotogrametrycznego w Lizbonie.

Wynikiem tych poszukiwań jest metoda wykonywania, opracowania i pomiarowego wykorzystania fotogrametryczno-geologicznego stereoszkicu fotograficznego. Tok prac zdjęciowych i kameralnych przebiega następująco:

1. Sporządza się stereoszkic fotograficzny fragmentu terenu lub odkrywki naturalnej i sztucznej, przy czym w obrębie modelu stereoskopowego rozmieszcza się sygnały, które sfotografowane są na obu fotogramach stereoszkicu. Stereoszkic odpowiada w przybliżeniu normalnemu zdjęciu fotograficznemu naziemnemu.

2. Z obu stanowisk zdjęciowych kamery fotograficznej wykonuje się następujące pomiary: długości bazy (odległości poziomej obu stanowisk)

* Definicję stereoszkicu fotograficznego podano w artykule pt. „Sporządzanie uproszczonych zdjęć fotograficznych stereoskopowych dla dokumentacji geologicznej” — Prz. geol., t. 9, nr 2, 1961 r.

oraz kątów poziomych i pionowych w stosunku do sygnałów rozmieszczonych w terenie objętym modelem stereoskopowym. Pomiarzy odległości do tych sygnałów ze stanowisk bazowych mogą, lecz nie muszą być wykonane. Przy pomiarach zakłada się, że punkty zasygnalizowane w lokalnym układzie terenowych współrzędnych prostokątnych, w których kierunku bazy odpowiada osi X , stanowisko bazowe (środek rzutów kamery i instrumentu) lewe — początkowi układu, prosta pozioma prostopadła do kierunku bazowego, a przechodząca przez stanowisko lewe — osi Y . Oś Z jest prosta pionowa przechodząca przez stanowisko lewe, prostopadła do osi X i Y .

3. Oblicza się współrzędne X , Y , Z punktów zasygnalizowanych w układzie lokalnym. Obliczenia tego dokonuje się jedynie wówczas, gdy metodą tą opracowuje się większy obszar lub gdy opracowanie stereoszkicu pomiarowego jest związane z opracowaniem topograficzno-geologicznym wykonanym innymi metodami. Przy opracowaniu tylko jednego stereoszkicu fotograficznego (jednego stereogramu) wystarczy przyjęcie układu współrzędnych prostokątnych, opartego o bazę i lewe stanowisko.

4. Na przyjętej rzutni pionowej, równoległej do pionowej płaszczyzny bazy (płaszczyzny X , Z), wykazuje się punkty zasygnalizowane wraz z ich przesunięciami radialnymi. Rzutnia ta, oznaczona tu przez π_0 i przyjęta w dostatecznej odległości od pionowej płaszczyzny bazowej, charakteryzuje się tym, że jest ona płaszczyzną rzutowania dwiema wiązkami promieni rzutu środkowego punktów zasygnalizowanych; środki rzutów znajdują się na obu stanowiskach w środku rzutów wiązki kamery fotograficznej i zarazem w punktach głównych pomiarów kątów pionowych i poziomych oraz odległości sygnałów.

5. Należy przetworzyć lewy i prawy fotogram stereoszkicu z przypadku zbliżenia do normalnego na normalne zdjęcie fotogrametryczne. Przetworzenie to wykonuje się przez zestrojenie punktów zasygnalizowanych, sfotografowanych na lewym i prawym fotogramie stereoszkicu, z odpowiadającymi im punktami, które zostały wykazane na rzutni pionowej jako radialne przesunięte.

6. Na tak przetworzonych fotogramach należy wykazać ich punkty główne oraz osi X i z tych punktów zestroić stereogram i opracować go przy wykorzystaniu stereoskopu zwierciadlanego lub stereomikrometru. Opracowanie polega na wykreśleniu linii równych paralaks na płaszczyznach równoległych do pionowej płaszczyzny bazowej, a zatem jako „pionownic” (linii przekrojów geologicznych) wzajemnie równoległych i równoodległych. Opracowanie takie można wykonać również na stereoautografii.

Właściwością najbardziej istotną dla praktyki kartograficzno-geologicznej omawianej metody jest to, że zastosować w niej można dowolną kamerę fotograficzną „amatorską”, pozbawioną układu orientacji wewnętrznej (znaczków tłowych wraz z ramką tłową i dokładniej wykazanej odległości obrazu względnie ogniskowej obiektywu).

Wykonywanie stereoszkiców fotograficznych opiera się na następujących ogólnych założeniach:

1. Wiązka tworząca zdjęcie fotograficzne (będące rzutem środkowym fotografowanego przedmiotu, tu — odkrywki) jest geometrycznie porównywalna z wiązką promieni (prostych) celowych do punktów pomiarowych

przy pomiarach, np. biegunowych ze stanowiska pomiarowego. Obie wiązki są bezpośrednio porównywalne wówczas, gdy ich punkty środkowe (środki rzutów) są te same, czyli wtedy, gdy zdjęcie fotograficzne, jak i pomiary kątów poziomych, kątów pionowych i odległości do celów zostały wykonane z tego samego stanowiska. Warunek ten jest spełniony — w granicach dopuszczalnej niedokładności — wówczas, gdy współrzędne przestrzenne środka rzutów zdjęcia fotograficznego (środka obiektywu kamery) są w dostatecznym przybliżeniu współrzędnymi przestrzennymi środka rzutów instrumentu pomiarowego (punktu pionowego i poziomego obrotu lunety tego instrumentu), a promienie wiązki pomiarowego instrumentu skierowane do punktów są promieniami wiązki kamery fotograficznej, tworzącymi obrazy fotograficzne tych punktów. Fig. 1 ilustruje sytuację spełniającą ten warunek. S — stanowisko zdjęcia fotogra-

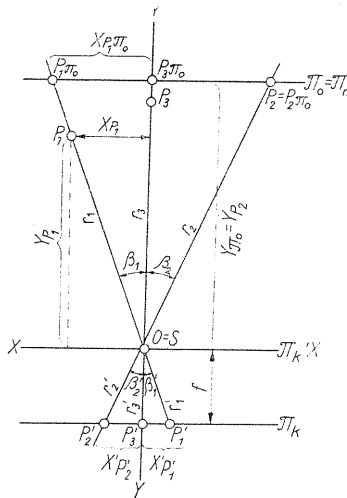


Fig. 1

ficznego i zarazem pomiarów geodezyjnych (= punktowi O); π_k — rzutnia odwzorowania fotograficznego (film, klisza kamery fotograficznej); f — odległość obrazu kamery fotograficznej (tu ogniskowa); P_1, P_2, P_3 — punkty zasygnalizowane w terenie i wykazane rzutem środkowym (odfotografowane) na rzutni jako punkty P'_1, P'_2, P'_3 promieniami rzutów r'_1, r'_2, r'_3 ; O — środek rzutów i zarazem początek układu współrzędnych prostokątnych (= S); β_1, β_2 — kąty (tu poziome) między promieniami r_1, r_3 oraz r_2, r_2 ; π_0 — płaszczyzna równoległa do płaszczyzny XZ bazy π_k w odległości = Y_{π_0} od płaszczyzny π_k , na której leżą lewe i prawe punkty S (punkt S lewy = O układu X, Y, Z).

2. Kąty β_1 oraz β'_1 ; β_2 oraz β'_2 są sobie parami równe. Wyznaczone promieniami r_1 oraz r_2 współrzędne X_{P_1, π_0} oraz X_{P_2, π_0} na rzutni π_0 są proporcjonalne odpowiednio do współrzędnych x'_{P_2} oraz x'_{P_1} w takim samym stosunku proporcjonalności, jaki występuje w stosunku Y_{π_0} do f :

$$\frac{X_{P_1, \pi_0}}{x'_{P_1}} = \frac{X_{P_2, \pi_0}}{x'_{P_2}} = \frac{X_{\pi_0}}{f} = m_{\pi_0} \quad [1]$$

oraz ogólnie:

$$\frac{X_{P_1} \pi_o}{x'_{P_1}} = \frac{X_{P_2} \pi_o}{x'_{P_2}} = \frac{X_{P_n} \pi_o}{x'_{P_n}} = \frac{Y \pi_o}{f} = m_{\pi_o}, \quad [2]$$

$$\frac{Z_{P_1} \pi_o}{z'_{P_1}} = \frac{Z_{P_2} \pi_o}{z'_{P_2}} \dots = \frac{Z_{P_n} \pi_o}{z'_{P_n}} = \frac{Y \pi_o}{f} = m_{\pi_o}. \quad [3]$$

Twierdzenie to można wyrazić następująco: współrzędne prostokątne X oraz Z punktów rzutowanych promieniami rzutu środkowego na rzutnię równoległą do płaszczyzny XZ bazy stereogramu — odległą od tej płaszczyzny o wartości $Y \pi_o$ dowolnie przyjętą — pozostają w takim stosunku proporcjonalności do ich rzutów środkowych na rzutniach fotograficznych przypadku normalnego naziemnego, w jakim pozostaje współrzędna Y tej płaszczyzny π_o do odległości obrazu lewego i prawego fotogramu stereogramu, wykonanego w przypadku zdjęcia normalnego z lewego i prawego stanowiska bazowego.

Gdy: $\frac{Y \pi_o}{m_{\pi_o}} = f$, a zarazem gdy $\frac{Y \pi_o}{f \cdot m_{\pi_o}} = 1$ wówczas

$$X_{P_1} \pi_o = x'_{P_1}; X_{P_2} \pi_o = x'_{P_2} \dots X_{P_n} \pi_o = x'_{P_n} \quad [4]$$

$$Z_{P_1} \pi_o = z'_{P_1}; Z_{P_2} \pi_o = z'_{P_2} \dots Z_{P_n} \pi_o = z'_{P_n}. \quad [5]$$

Wiązkę pomiarową do punktów zasygnalizowanych w terenie można traktować jako wiązkę tworzącą fotogram na dowolnie przyjętej w przestrzeni rzutni π_n , do której prostopadły promień główny wiązki tworzącej fotogramu jest osią Y lokalnego układu współrzędnych prostokątnych (lub w ogóle jest wykazany odległością Y tego układu).

Fotogram ten będzie charakteryzował się tym, że:

a — Odległością jego obrazu może być dowolnie przyjęta wartość, albo też, że odległość rzutni π_n może stanowić wartość wyrażoną w liczbie całkowitej, podzieloną przez mianownik skali, który jest również liczbą całkowitą dowolnie przyjętą. Tak wycechowaną rzutnię będzie się oznaczać przez π_o , a odległość obrazu przez $Y \pi_o$.

b — Wszystkie punkty zasygnalizowane w terenie, objęte wiązką tworzącą fotogram, będą wykazane na przyjętej rzutni π_o wraz z ich przesunięciami radialnymi, właściwymi dla rzutni π_o i jej odległościami $Y \pi_o$, jeśli punkty te nie leżą na rzutni π_o . Wszystkie zaś punkty zasygnalizowane — leżą na rzutni π_o — będą wykazane bez przesunięć radialnych.

3. Fotogram ten można zatem traktować jako fotogram przetworzony ze zdjęcia fotograficznego, wykonanego z punktu zerowego (ze stanowiska) tak pomiarowego, jak i fotograficznego, które to zdjęcie zostało wykonane kamerą fotograficzną, zorientowaną w ten sposób, że jej promień główny pokrywa się w przybliżeniu z kierunkiem (z osią) $Y \pi_o$, a środek rzutów ze środkiem wiązki promieni pomiarowych. Kamera fotograficzna nie musi posiadać w tym przypadku elementów orientacji wewnętrznej (ramki tłowej wraz ze znaczkami tłowymi i dokładnie wyznaczonego punktu głównego, jak również dokładnie wyznaczonej odległości obrazu równej ogniskowej). Wiązka tworząca kamery fotograficznej musi jednak obejmować co najmniej wszystkie punkty zasygnalizowane.

Tak zdefiniowany fotogram jest podstawą do przetworzenia zdjęcia fotograficznego, wykonanego dowolną kamerą o nieznanach elementach orientacji wewnętrznej, na normalne zdjęcie fotograficzne naziemne i to zarówno jednoobrazowe, jak i stereofotogrametryczne.

4. Wiązkę pomiarową, którą chcemy wykorzystać do przetworzenia zdjęcia fotograficznego, traktowaną jako wiązkę tworzącą fotogram rzutni pionowej π_0 można odpowiednio opracować, tj. przygotować do przetworzenia zdjęcia fotograficznego — wykonanego kamerą ustawioną na stanowisku pomiarowym — w sposób analityczny i graficzny.

Postępowanie analityczne przebiega następująco. Zakładamy przypadek przedstawiony na fig. 2.

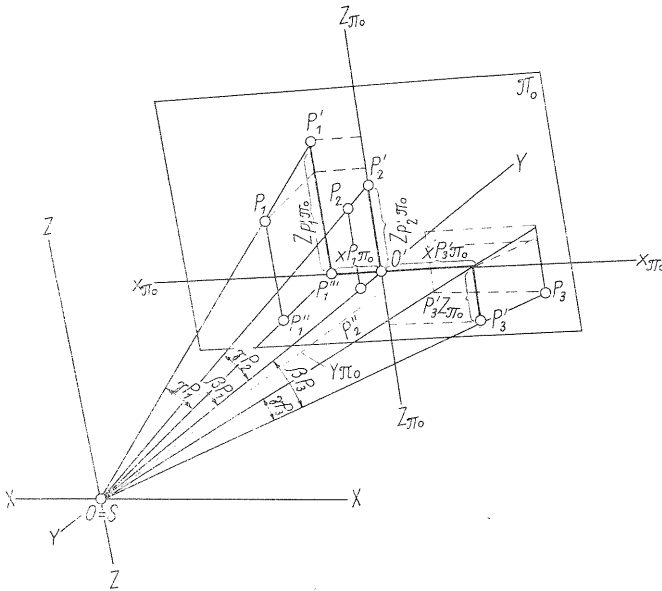


Fig. 2

Ze stanowiska S (traktowanego jako środek rzutów — O — wiązki fotograficznej kamery) wykonano pomiary kątów poziomych β i pionowych γ do punktów P_1, P_2, P_3 , a także odległości rzeczywistych (pomiary odległości są potrzebne tylko do sprawdzenia i ułatwiają opracowanie kartograficzne). Kąty pionowe $\gamma_{P_1}, \gamma_{P_2}, \gamma_{P_3}$ zostały pomierzone w odniesieniu do horyzontu punktu $O = S$, którym jest płaszczyzna pozioma; na niej leży oś X oraz oś Y lokalnego układu współrzędnych prostokątnych.

Układ ten będzie układem lokalnym, opartym o bazę stereogramu; bazą jest wówczas oś X przechodząca na fig. 2 przez punkt $O = S$, oś Y jest prostopadła do płaszczyzny π_0 , która to płaszczyzna pomyślana jest (przyjęta) jako równoległa do pionowej płaszczyzny (X, Z) bazy tego układu.

Z fig. 2 wynika, że w takim układzie punkt P_1 oraz punkt P_2 leżą przed płaszczyzną π_0 , zaś punkt P_3 za tą płaszczyzną. Kąty pionowe γ_{P_1} oraz γ_{P_2} mają wartość dodatnią, kąt pionowy γ_{P_3} — ujemną względem płaszczyzny osi XY .

Kąty poziome β mierzone w odniesieniu do płaszczyzny osi Y, Z przedstawiają się następująco: $\beta_{P_2} = 0^\circ$ względnie jest bliskie zeru (a zarazem 90° względem płaszczyzny X, Z), β_{P_1} i β_{P_3} mają zaś wartość pomierzoną w terenie większą od O , a nie większą od połowy kąta wierzchołkowego wiązki tworzącej kamery fotograficznej (kąta rozwarcia wiązki kamery) i mieszczą się w modelu stereoskopowym stereogramu.

W trójkącie P_2OP_2'' (fig. 3) kąt γ_{P_2} jest kątem pionowym pomierzonym w terenie, prosta OP_2 — odległością rzeczywistą punktu P_2 od stanowiska $S = O$, prosta OP_2'' — odległością zredukowaną punktu P_2 na płaszczyznę X, Y i zarazem współrzędną Y punktu P_2 (YP_2). Współrzędna $YP_2 = OP_2 \cos \gamma_{P_2}$. Współrzędna Z punktu P_2 w układzie lokalnym oznaczona jako $Z_{P_2} = OP_2 \sin \gamma_{P_2}$.

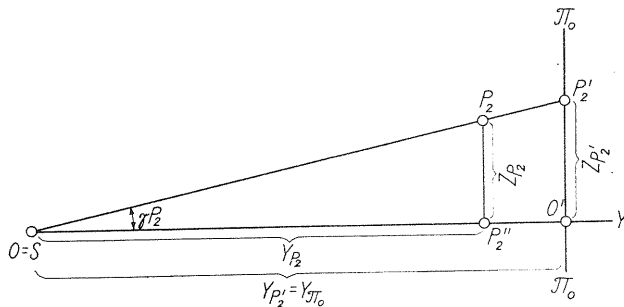


Fig. 3

Jeśli przyjmie się w lokalnym układzie XYZ , że odległością (współrzędną Y) płaszczyzny π_0 (traktowanej jako rzutnia wiązki tworzącej fotogramu) jest przyjęta, a zatem znana odległość, wówczas współrzędna Z punktu P_2 na tej płaszczyźnie π_0 będzie odcinek oznaczony $Z_{P_2'}$. Wartość tego odcinka w rzeczywistości (w terenie) wynosi:

$$Z_{P_2'} = Y_{\pi_0} \cdot \operatorname{tg} \gamma_{P_2}$$

gdz (jak to wynika z fig. 3) punkt P_2 leży na pionowej płaszczyźnie osi YZ lokalnego układu współrzędnych prostokątnych (kąt poziomy punktu $P_2 = 0^\circ$).

Jeśli przyjmując, że fotogram odpowiadający wiązce tworzącej O — płaszczyzna π_0 jest wykonany w skali m_{π_0} , którą przyjęto dla danego fotogramu, to wówczas:

$$\frac{Z_{P_2'}}{m_{\pi_0}} = \frac{Z_{\pi_0} \cdot \operatorname{tg} \gamma_{P_2}}{m_{\pi_0}} \quad [6]$$

Współrzędna X punktu P_2 równa się O , współrzędna YP_2 — przyjętej odległości rzutni π_0 w terenie, podzielonej przez wartość m_{π_0} .

Rozpatrując z kolei trójkąt P_1OP_1' i jemu podobny P_1OP_1'' (fig. 2), trójkąt P_1OP_1'' powstał z pomiaru kąta pionowego γ_{P_1} i rzeczywistej odległości punktu P_1 wyrażonej prostą OP_1 (promieniem OP_1) i leży na pionowej płaszczyźnie tworzącej z płaszczyzną osi YZ kąt poziomy β_{P_1} pomierzony w terenie.

W lokalnym, przyjętym tu i omawianym układzie XYZ punkt P_1 będzie wykazany następująco:

$$X_{P_1} = (OP_1 \cdot \cos \gamma P_1) \cdot \operatorname{tg} \beta P_1$$

$$Y_{P_1} = (OP_1 \cdot \cos \gamma P_1) \cdot \cos \beta P_1$$

$$Z_{P_1} = OP_1 \cdot \cos \gamma P_1$$

Jeśli jednak trzeba wykazać terenowe współrzędne XYZ punktu P_1 na płaszczyźnie π_o , wówczas:

$$X'_{P_1} = Y_{\pi_o} \cdot \operatorname{tg} \beta P_1, \quad [7]$$

$$Y'_{P_1} = Y_{\pi_o}, \quad [8]$$

$$Z_{P_1} = \frac{Y_{\pi_o}}{\cos \beta P_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma P_1, \quad [9]$$

Jeśli wykazemy współrzędne XYZ na płaszczyźnie π_o jako na rzutni π_o wiązki tworzącej fotogramu, to:

$$X_{P_1} = \frac{X_{\pi_o} \cdot \operatorname{tg} \beta P_1}{m_{\pi_o}}, \quad [10]$$

$$Y_{P_1} = \frac{Y_{\pi_o}}{m_{\pi_o}}, \quad [11]$$

$$Z_{P_1} = \frac{\frac{Y_{\pi_o}}{\cos \beta P_1} \cdot \operatorname{tg} \gamma P_1}{m_{\pi_o}} = \frac{\frac{Y_{\pi_o} \cdot \operatorname{tg} \gamma P_1}{\cos \beta P_1}}{m_{\pi_o}} = \frac{Y_{\pi_o} \cdot \operatorname{tg} \gamma P_1}{\cos \beta P_1 \cdot m_{\pi_o}}. \quad [12]$$

Jak wyżej wspomniano, punkty P_1 oraz P_2 leżą w przestrzeni między punktem $O' = S$ oraz płaszczyzną π_o , punkt P_3 zaś za tą płaszczyzną π_o . Jego współrzędne terenowe X, Y, Z będą obliczone w sposób przedstawiony wyżej, a współrzędne $X_{P'_3}, Y_{P'_3}, Z_{P'_3}$ na rzutni π_o w sposób następujący: od wyliczonej terenowej współrzędnej Y tego punktu odejmuje się różnicę ΔY i wykonuje działanie jak przy wyliczeniu X, Y, Z punktu P_1 , jeśli kąt poziomy do tego punktu jest większy od 0° .

Współrzędne punktów terenowych zasygnalizowanych w terenie i wykazanych w układzie współrzędnych tłowych fotogramu mają tę właściwość, że ich współrzędną $Y' = Y_{\pi_o}$ jest wartość stała w danym fotogramie, równa odległości obrazu. Punkty te są zatem wykazywane w układzie współrzędnych tłowych fotogramu tymi właśnie współrzędnymi tłowymi lub odpowiadającymi im kątami poziomymi i pionowymi. Wynika to z właściwości rzutu środkowego, która polega na tym, że wszystkie punkty leżące na tym samym promieniu rzutu środkowego mają te same współrzędne tłowe, bez względu na to czy leżą na tym promieniu przed, czy za rzutnią odwzorowania:

Wykorzystując tę właściwość rzutu środkowego można podać ostateczne równania współrzędnych dowolnych punktów zasygnalizowanych w terenie, które ma się wykazać na fotogramie normalnym, zorientowanym w przyjętym, lokalnym układzie współrzędnych prostokątnych

X, Y, Z . Zakłada się przy tym, że fotogram ten będzie wykazywał się „rzeczywistymi elementami orientacji przestrzennej” pomniejszonymi do dowolnej skali przez ich podzielenie przez mianownik skali pomniejszenia $= m_{\pi_0}$, gdy:

$$Y_{\pi_0} = f \cdot m_{\pi_0}$$

lub ogólnie:

$$Y_{\pi_n} = f_{\pi_n} \quad \text{dla} \quad m_{\pi_n} = 1.$$

Wówczas dla każdego punktu zasygnalizowanego (P_n) jego współrzędne tłowe na rzutni π_n będą analitycznie wykazywane:

$$X_{P_n} = \frac{Y_{\pi_n} \cdot \operatorname{tg} \beta P_n}{m_{\pi_n}}, \quad [13]$$

$$Y_{P_n} = \frac{Y_{\pi_n}}{m_{\pi_n}}, \quad [14]$$

$$Z_{P_n} = \frac{Y_{\pi_n} \cdot \operatorname{tg} \gamma P_n}{\cos \beta P_n \cdot m_{\pi_n}}. \quad [15]$$

Wyznaczone na omówionej drodze analitycznej współrzędne tłowe $X_{P_n}, Y_{P_n}, Z_{P_n}$ punktów terenowych zasygnalizowanych, dla których wystarczy jedynie pomierzyć w terenie kąty poziome i pionowe, posłużą do zestrojenia na przetworniku (powiększalniku) punktów sfotografowanych kamerą dowolną — w sposób wyżej omówiony — i przetworzenia zdjęcia fotograficznego wykonanego tą kamerą na fotogram przestrzennie zorientowany.

Rozwiązanie graficzne (przetwarzanie) omawianej metody wynika z wyżej omówionego postępowania analitycznego. Schemat przedstawia fig. 4. Rysunek został wykreślony w skali 1:250, jej mianownik $m_{\pi_0} = 250$. Składa się z dwóch części — z planiku (1:250) oraz z kładu rzutni pionowej π_0 na płaszczyznę planiku (na rzutnię poziomą).

Opierając się na pomiarach terenowych wykonanych ze stanowiska $S (=O)$ do punktów zasygnalizowanych P_1, P_2, P_3, P_4 wykazujemy graficznie (na planiku oraz na kładzie rzutni pionowej π_0) położenie punktów $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots P_n$ jako punktów $P'_1, P'_2, P'_3, P'_4, \dots P'_n$ z właściwymi dla tych punktów radialnymi przesunięciami na rzutni π_0 . Podkreślić należy, że głównym zadaniem omawianego zabiegu jest takie właśnie wykazywanie punktów $P'_1 \dots P'_n$ na rzutni π_0 , gdyż punkty te posłużą do przetworzenia zdjęcia fotograficznego wykonanego kamerą dowolną ze stanowiska S na fotogram normalny. Fotogram ten będzie cechował się nie tylko zorientowaniem w lokalnym układzie XYZ , lecz także rekonstrukcją jego elementów orientacji wewnętrznej (współrzędnych tłowych i odległości obrazu $= \frac{Y_{\pi_0}}{m_{\pi_0}}$). Omawiane postępowanie przedstawia się następująco:

1. Na kartonie matrycowym lub na astralonie wykonujemy w odpowiedniej skali planik rzutni poziomej, na którym należy wykreślić układ współrzędnych płaskich XY (lokalnego układu współrzędnych prostokąt-

nych), oznaczyć punkt zerowy układu ($O = S$ — stanowisko instrumentu pomiarowego i kamery fotograficznej).

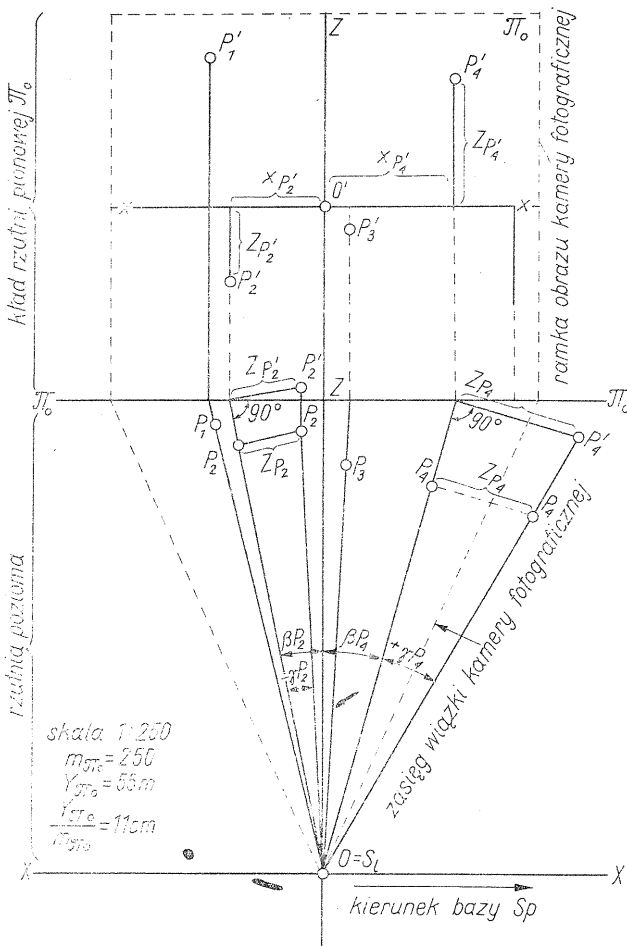


Fig. 4

2. W przyjętej odległości Y_{π_0} , wykazanej również w odpowiedniej skali, należy wykreślić prostą równoległą do osi X , jako ślad przecięcia płaszczyzny π_0 z płaszczyzną poziomą rysunku (z płaszczyzną XY).

3. Ponieważ przez punkt $O (= S)$ przechodzi płaszczyzna pionowa osi Y oraz Z , to prosta wykreślona jako prostopadła do osi X z punktu O jest osią Y do śladu π_0 , a na powierzchni (na położonej płaszczyźnie) π_0 jest osią Z lokalnego układu współrzędnych prostokątnych. Wobec tego w zasięgu wiązki kamery fotograficznej przyjmuje się w odpowiednim punkcie (środkowym) na osi Z — położonej na rzutni (płaszczyźnie) π_0 — ślad spodka promienia głównego, którym jest oś Y , w miejscu oznaczonym przez O' (punkt główny fotogramu przetworzonego). Prosta prostopadła do osi Z na rzutni położonej π_0 , a przechodząca przez punkt O , jest osią X

układu współrzędnych prostokątnych, rzuconą (ortogonalnie i środkowo) na rzutnię π_0 .

4. Z punktu $O (= S_1)$ wykreślamy promienie tworzące kąty poziome do punktów $P_1 \dots P_n$. W ten sposób wykazuje się kąty β_{P_n} względem osi Y . Promienie tworzące graficzne kąty poziome β_{P_n} do punktów $P_1 \dots P_n$ — przedłużone przez te punkty i wykazane na płaszczyźnie XY do śladu przecięcia rzutni π_0 — odkładają na tej rzutni (poprzez ten jej ślad) wartości radialnie przesuniętych współrzędnych na rzutni π_0 tych punktów P'_1 do P'_n (fig. 4 — rzutnia pozioma).

W związku z tym od punktów przecięcia się tych promieni z prostą π_0 wyprowadzamy na kładzie rzutni π_0 proste równoległe do osi Z rzutni π_0 . Na prostych tych będą leżały punkty $P'_1 \dots P'_n$ wykazane również z radialnym, sobie właściwym, przesunięciem w zakresie ich współrzędnych Z na rzutni π_0 .

Wartości Z na rzutni π_0 znajdujemy graficznie w sposób przykładowo pokazany dla punktów P_4 oraz P_2 na fig. 4. Mianowicie: po wspomnianych wyżej prostych tworzących kąty poziome (wraz z osią Y) do punktów $P_1 \dots P_n$ wykonujemy kłady pionowych płaszczyzn kątów pionowych γ , pomierzonych w terenie do punktów $P_1 \dots P_n$ na płaszczyznę poziomą rysunku (na płaszczyznę XY). Na kładach tych wykreślamy kąty pionowe $\gamma P_1 \dots \gamma P_n$ (na fig. 3 — γP_2 i γP_n). Następnie w punktach przecięcia promieni celowych do punktów $P_1 \dots P_n$ (tworzących kąty poziome $\beta P_1 \dots \beta P_n$) względem osi Y ze śladem rzutni π_0 odkładamy kąty proste. Boki tych kątów prostych przecinają się w punktach $P'_1 \dots P'_n$ z prostymi tworzącymi kąty pionowe $\gamma P_1 \dots \gamma P_n$ (na fig. 4 pokazano je tylko dla punktów P_2 oraz P_4).

W ten sposób otrzymujemy graficznie wykazane i szukane wartości $Z_{P'_1} \dots Z_{P'_n}$ na rzutni π_0 . W zależności od znaku (\pm) kątów pionowych odkładamy $\pm Z_{P'_1} \dots Z_{P'_n}$ na rzutni π_0 , licząc od osi X płaszczyzny π_0 (jej kładu poziomego na rysunku). Tak wykazane punkty $P'_1 \dots P'_n$ na rzutni π_0 posłużą (jak wyżej podano) do przetworzenia zdjęcia wykonanego ze stanowiska $S_1 (= O)$ na zdjęcie normalne.

Postępując podobnie ze zdjęciem fotograficznym i pomiarowym do punktów $P_1 \dots P_n$ ze stanowiska prawego bazowego (Sp) otrzymamy po przetworzeniu stereogram odpowiadający (na warunkach niżej omówionych) przypadkowi normalnego zdjęcia fotogrametrycznego naziemnego.

Przetworzenia tego dokonuje się zwyczajnym powiększalnikiem, tym samym obiektywem, w który zaopatrzona jest kamera fotograficzna zastosowana w terenie do wykonania zdjęcia fotograficznego ze stanowiska $S_1 (= O)$ i ze stanowiska Sp , a więc z obu stanowisk bazowych stereogramu.

Wykorzystuje się wówczas zasadę Porro-Koppego. A zatem odtworzenie kątów poziomych i pionowych, wykonane graficznie i w sposób opisany jest wierne, oczywiście w granicach wierności takiego odtworzenia opartego na opracowaniu graficznym.

Казимеж ГУЗИК

**ВЫПОЛНЕНИЕ ФОТОСТЕРЕОЭСКИЗОВ КАК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СТЕРЕОГРАММ
ДЛЯ ГЕОЛОГО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ**

Резюме

В статье представлен метод разработки и использования для измерений фотостереоэскизов как фотограммного снимка. Фрагмент площади (осыпь, обнажение) с обозначенными пунктами следует сфотографировать одним и тем же фотоаппаратом с двух точек: левой — S_1 и правой S_p . Затем от обеих точек измеряется длина базиса (расстояние от S_1 до S_p), горизонтальные углы (бета) и вертикальные углы (гамма) до сигналов на площади; на вертикальной проекции π_0 показываются обозначенные пункты вместе с радиальным их перемещением. Преобразование левого и правого фотостереоэскиза в обычный фотограмметрический снимок производится путем согласования пунктов, обозначенных и показанных как радиально перемещенные аналитическим и графическим методом (фиг. 1—4).

Kazimierz GUZIK

**PHOTOGRAPHIC STEREO SKETCHES MADE AS MEASURING
STEREOGRAMS FOR CARTOGRAPHIC-GEOLOGICAL PURPOSES**

Summary

The article presents a method of making photographic stereosketches used as a photogrammetric survey. For this purposes, a fragment of terrain (landslide, exposure) with the signalled points should be photographed, using the same camera, from two positions: left position — S_1 and right position S_p . Then, the length of the basis (i.e. the distance between S_1 and S_p) should be measured from both positions, as well as horizontal angles (beta) and vertical angles (gamma), measured to the signals in the terrain, be read off. The signalled points and their radial displacements are then presented on vertical projection plane π_0 . The transformation of the left and right photographic stereosketches into a normal photogrammetric survey is made by co-ordinating the points signalled and presented as those with radial displacements by means of analytical and graphical methods (Figs 1—4).