

STANISŁAW DMOCHOWSKI

526.918.742

Nowa metoda zewnętrznej orientacji pary zdjęć lotniczych na autografach typu Wild A8

Opisana poniżej metoda może być stosowana na autografach Wilda A5, A7, A8 lub też innych im podobnych przyrządach, opartych na koncepcji geometrycznej, rekonstruujących odpowiednie wiązki promieni, istniejące w momencie fotografowania terenu. Opisana metoda może być stosowana zarówno przy opracowaniach pojedynczych stereogramów, tj. przy sporządzaniu autogrametrycznych map kreskowych, jak również przy aéro-triangulacji przestrzennej czy płaskiej.

Dobre wykonanie zdjęć lotniczych ma wpływ nie tylko na jakość i dokładność opracowania mapy, ale również ma duży wpływ na pracochłonność tej części opracowania, tj. na sprawność przeprowadzania orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych, a zatem na ekonomię roboty.

Instrukcje, dotyczące wykonawstwa zdjęć lotniczych ograniczają wprawdzie dowolność ich wykonania, ale te ograniczenia są jeszcze dość rozpięte gdy chodzi o ekonomiczne przeprowadzenie orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych. Instrukcje te, między innymi, mówią o odpowiedniej pionowości zdjęć ($-3^\circ \leq \alpha \leq +3^\circ$), o dozwolonych granicach zmienności wysokości fotografowania, o dopuszczalnych skrętach tych zdjęć w stosunku do bazy zdjęcia, o prostoliniowości szeregów itd. Świadomie pominięto tu wszystkie inne warunki, którym powinny odpowiadać dobrze wykonane zdjęcia lotnicze, a to z tego powodu, aby nie poruszać momentów, które nie wiążą się z postawionym tu zagadnieniem.

1. Zakres zagadnienia

Przedstawione tu zagadnienie obejmuje trzy zasadnicze czynności składające się na orientowanie pary zdjęć lotniczych, tworzących stereogram. Trzy te zasadnicze czynności można nazwać cyklami — będą to:

- 1) orientacja wzajemna pary zdjęć lotniczych,

- 2) poziomowanie modelu,
- 3) nadanie modelowi ściśle określonej skali, oraz odpowiednie ułożenie planszy z podkładem geodezyjnym na koordynatografie autografu.

2. Charakterystyka dotychczasowych metod orientowania zdjęć lotniczych

Powyższe trzy zasadnicze czynności obserwator wykonuje zwykle po kilka razy dla tej samej pary zdjęć lotniczych, więc dla wygody autor nazwał je cyklami.

Czynności te wykonuje każdy obserwator według powszechnie znanych sposobów opisanych w podręcznikach fotogrametrii, ewentualnie w instrukcjach fabrycznych, dodawanych do każdego przyrządu. Sposoby te są dość różne i pracochłonne i dają zamierzony efekt dopiero po parokrotnym ich powtórzeniu. Każde następne powtórzenie „przybliża” opracowywany model do modelu właściwego, tj. dobrze spoziomowanego i wyskalowanego. Przybliżeń tych jest tym więcej, im bardziej zdjęcia lotnicze, tworzące stereogram są odchyłone od przypadku idealnego, tj. normalnego ($\alpha = 0^\circ$, $\gamma = 0^\circ$). Tak więc nawet przy opracowaniach kolejnych stereogramów z jakiegoś jednego szeregu zdjęć lotniczych, ilość tych kolejnych przybliżeń wynosi średnio trzy dla każdego z wymienionych cykli. Ponadto, chcąc jak najdokładniej zestroić stereogram (przy obecnie stosowanych sposobach postępowania) niejednokrotnie poszczególne cykle należy między sobą odpowiednio powtórzyć, a taki przypadek dodatkowo jeszcze przedłuża czas zestrojenia stereogramu. Jest również wiadome, że aby przystąpić np. do cyklu drugiego, tj. do poziomowania modelu, należy mieć nie tylko dobrze zakończony cykl pierwszy (orientację wzajemną zdjęć lotniczych) ale i z dostatecznym przybliżeniem i skalę modelu, gdyż ta ma wpływ na dobre spoziomowanie modelu. Oczywiście istnieje i odwrotna zależność, tj. aby uzyskać właściwą skalę planu (w płaszczyźnie xy), należy mieć możliwie dobrze spoziomowany model.

Przyjęcie odpowiedniej kolejności cykli ma zatem wpływ na ilość kolejnych przybliżeń i to zarówno w samych cyklach, jak i między cyklami. Ponieważ w trakcie przystępowania do strojenia stereogramów nie wiadomo jaki czynnik może najwięcej zaważyć w konkretnym przypadku, przeto obserwator jest zwykle narażony na przypadkowość, a ta przypadkowość może pociągnąć za sobą większą liczbę niezbędnych powtórzeń.

Już w cyklu pierwszym, tj. przy osiąganiu wzajemnej orientacji pary zdjęć lotniczych, obserwator jest w takiej sytuacji i to niezależnie od sposobu, według którego orientowanie przeprowadza. Tak na przykład

kolejność osiągania właściwych wzajemnych kątów pochylenia (φ i ω) posiada wpływ na ilość kolejnych powtórzeń tego cyklu. Nie trzeba tu przypominać, że ilość kolejnych powtórzeń jest zależna również od dokładności samego opracowania, a pośrednio i od sumienności obserwatora.

Należy zaznaczyć, że przy przyrządach mniej dokładnie zrektyfikowanych, jak również przy słabej ich konserwacji, ilość powtórzeń jest zawsze większa, oraz że przejście do czynności następnego cyklu może spowodować częściowe zatracenie uzyskanych dokładności cyklu poprzedniego. Te zjawiska utrudniają pracę i stanowią o jej ekonomii.

3. Charakterystyka ogólna nowej metody

To co powyżej podano było powodem do opracowania niniejszej metody, która:

- 1) zabezpiecza obserwatora przed przypadkowością,
- 2) ustala jednoznacznie kolejność cykli,
- 3) upraszcza cykle drugi i trzeci do prostej, pojedynczej czynności, wykonywanej niemal mechanicznie,
- 4) powtórzenia cykli drugiego i trzeciego w zasadzie ogranicza do jednego zabiegu, a w przypadku posiadania pełnej osnowy fotogrametrycznej (f — czy z — punktowej) pozwala na:
 - 5) dodatkowe kontrolowanie pracy przez samego obserwatora oraz kontrolę jakości polowej osnowy fotogrametrycznej i łatwiejsze eliminowanie błędów polowych tej osnowy.

W wyniku tych wszystkich okoliczności jest to metoda ekonomiczna i równie dokładna jak dotychczasowa.

4. Wybór elementów do orientowania pary zdjęć lotniczych

Konstrukcja autografu Wild A8 pozwala realizować w pełni wszystkie elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia lotniczego, a tym samym i elementy orientacji wzajemnej pary zdjęć lotniczych, tworzących stereogram.

W nowej tej metodzie, dotyczącej przeprowadzania orientacji zewnętrznej pary zdjęć lotniczych, ważne są elementy pojedynczego zdjęcia lotniczego, które — jeśli będą nam znane — mogą być wykorzystane przy orientowaniu tych zdjęć.

Ogólnie elementami orientacji zewnętrznej pojedynczego zdjęcia lotniczego mogą być:

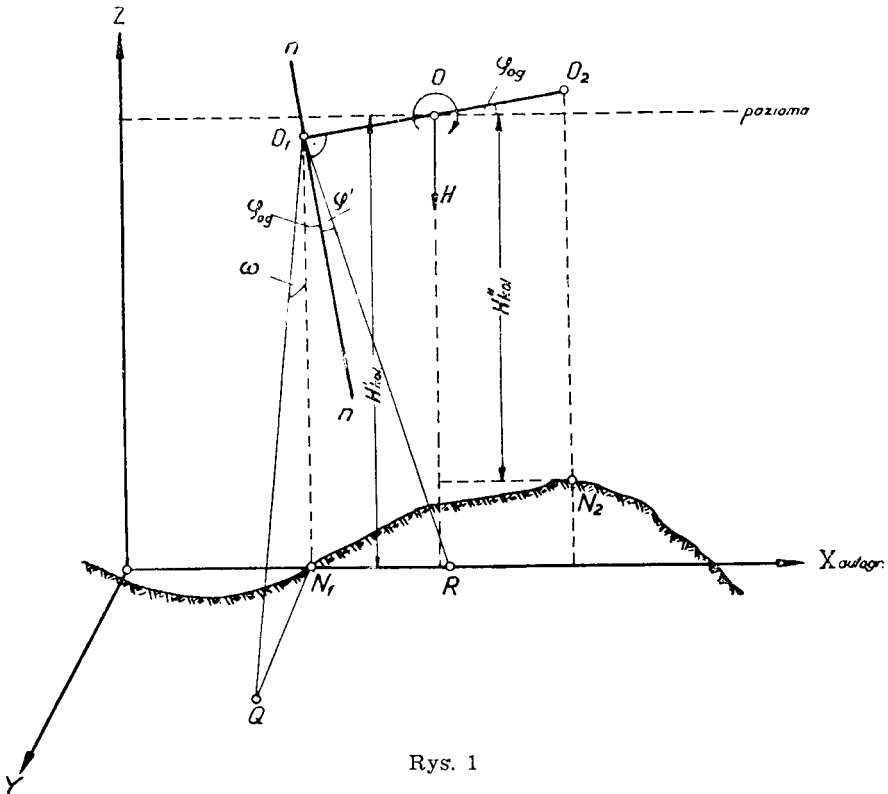
- 1) trzy współrzędne przestrzenne (xyz), z których współrzędna z jest w y s o k o ś c i ą zdjęcia (H) i posiada w tej metodzie szczególne znaczenie,

2) trzy elementy kątowe (ω , φ , χ), z których dwa pierwsze (ω , φ) również odgrywają tu poważną rolę.

Do tych trzech wybranych elementów (H , ω , φ) należy jeszcze dodać element φ_{og} , który jak wiadomo, wiąże się z poziomowaniem stereogramu jako całości modelu.

Wybrane te elementy należy wyraźnie sprecyzować, a mianowicie:

H — wysokość zdjęcia lotniczego, którą należy liczyć od pozycji zdjęcia lotniczego w momencie fotografowania do punktu nadirowego tegoż zdjęcia. W określeniu tym mieści się pojęcie prostej skierowanej (osi geometrycznej) z początkiem w punkcie odpowiadającym pozycji zdjęcia lotniczego w chwili fotografowania, np. w O_1 (rys. 1) o kierunku na punkt



Rys. 1

nadirowy, jako kierunku dodatnim. Miarą tego elementu jest odpowiednia jednostka długości i tak: m e t r dla wyrażenia wysokości zdjęcia ponad przyjętym punktem terenu, względnie m i l i m e t r dla wyrażenia tejże wysokości w układzie autogrametrycznym, w którym w danym przypadku pracujemy,

ω — poprzeczny kąt pochylenia zdjęcia lotniczego, który należy mierzyć w płaszczyźnie przechodzącej przez punkt O_1 lub O_2 i prostopadłej

do płaszczyzny pionowej, zawierającej oba punkty nadirowe zdjęć opracowywanych. Przy takim określeniu płaszczyzn takich może być wiele i jedną z nich wyznacza trójkąt O_1N_1Q . Kąt ten jest kątem zorientowanym, umiejscowionym w punkcie O_1 , którego ramię początkowe pokrywa się np. z linią pionową w punkcie O_1 , a ramię końcowe tworzy kąt o wartości ω . Kierunek dodatni tego kąta przesądzony został przez konstruktora autografu, a zatem należy brać go zgodnie ze wzrostem podziałki ω autografu. Miarą tego elementu jest grad wzgl. centygrad,

φ' — podłużny, wewnętrzny kąt pochylenia zdjęcia lotniczego, który należy mierzyć w płaszczyźnie pionowej, zawierającej oba punkty nadirowe zdjęć opracowywanych. Kąt ten jest również kątem skierowanym (zorientowanym) i umiejscowionym w punkcie O_1 , którego ramię początkowe pokrywa się z kierunkiem prostopadłej do łącznicy O_1O_2 , a ramię końcowe tworzy kąt o wartości φ' . Kierunek dodatni tego kąta również przesądzony został odpowiednimi podziałkami autografu. Miarą jego jest grad wzgl. centygrad.

Osobną rolę odgrywa element φ_{og} . Jest on związany w jednakowy sposób, zarówno z podłużnym kątem pochylenia lewej jak i prawej kamery autografu. Kąt ten jest również kątem skierowanym i może być umiejscowiony w punktach O, O_1 lub O_2 i znajduje się w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oba punkty nadirowe danego stereogramu. Ramię początkowe tego kąta pokrywa się z prostą poziomą, a ramię końcowe z prostą OO_2 . Zwrot wskazuje podziałka autografu. Zwrot ten jest zgodny ze zwrotami podziałek φ dla lewej i prawej strony autografu.

5. Analiza wybranych elementów i związki między nimi

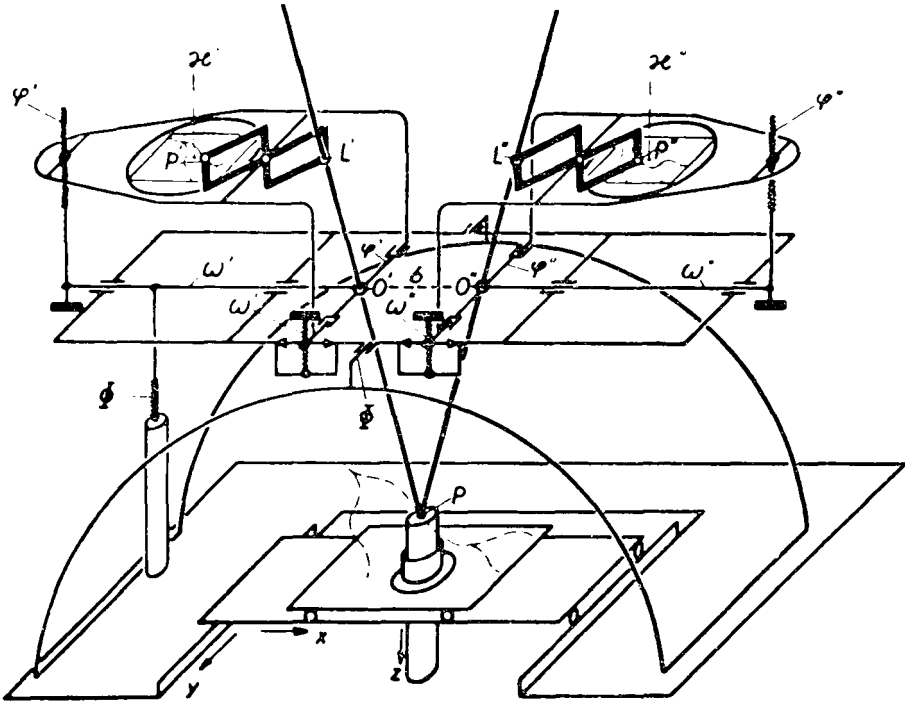
Obrót ramy głównej autografu Wild A8 dookoła osi Φ (rys. 2) o kąt φ_{og} pochyla w kierunku podłużnym obie kamery autografu w sposób jednakowy i o tę samą wartość $+\varphi_{og}$, wzgl. $-\varphi_{og}$. Jeśli kamery te uprzednio posiadały jakieś swoje pochylenia (można je nazwać — „wewnętrznymi” — np. φ'_{lewe} i φ'_{prawe}), to w czasie obrotu, ustawienia te w stosunku do siebie jak i w stosunku do łącznicy O_1O_2 pozostają niezmienione. Stąd łatwo będzie zauważyć, że ostateczny wynik obu tych pochyień, czyli zewnętrzny kąt pochylenia zdjęcia lotniczego będzie równy sumie odpowiednich pochyień podłużnych, czyli:

$$\varphi_{zewn} = \varphi' + \varphi_{og} \quad (1)$$

W powyższym równaniu mamy zatem element φ' , który odpowiada podłużnemu kątowi pochylenia lewego bądź prawego zdjęcia lotniczego i w dotychczasowych sposobach orientowania zdjęć lotniczych stanowił element wzajemnej orientacji tychże zdjęć. Element φ_{og} był wprowadzany celem spoziomowania modelu. Po tych dwóch czynnościach — orientacji

wzajemnej i po spoziomowaniu modelu, otrzymywaliśmy jakieś ustawienie wynikowe φ_{zewn} dla obu kamer autografu, które to ustawienie musiało być równe sumie algebraicznej obu kątów podłużnych zgodnie ze wzorem (1).

W przypadku poprzecznych pochyień zdjęć lotniczych powyższe dwie czynności również następują po sobie, ale konstruktor autografu Wild A8 nie zaprojektował identycznego rozwiązania mechanicznego, zmuszając



Rys. 2

tym samym do jednoczesnego ale rozdzielnego wprowadzania pochylenia modelu przy okazji jego poziomowania, zarówno dla strony lewej jak i prawej autografu, o tę samą wartość $+\omega$ wzgl. $-\omega$.

A zatem, przez analogię do φ_{zewn} , można również łatwo napisać identyczne równanie i dla obu czynności odnośnie ω :

$$\omega_{zewn} = \omega' + \omega_{og}, \quad (2)$$

gdzie:

- ω' — poprzeczny kąt pochylenia zdjęcia lotniczego lewego lub prawego, uzyskiwany wg dotychczasowych sposobów po dokonaniu wzajemnej orientacji opracowywanych zdjęć,
- ω_{og} — dodatkowy poprzeczny kąt pochylenia obu zdjęć, wynikający z potrzeby spoziomowania modelu w kierunku poprzecznym.

Przeprowadzenie tych dwóch czynności, w ramach uzyskiwania orientacji zewnętrznej, daje w wyniku ich sumę zgodnie z równaniem (2). Suma ta jest zewnętrznym, poprzecznym kątem pochylenia zdjęć lotniczych.

W przypadku gdyby przy ostatecznie zorientowanych zdjęciach lotniczych odczyt na podziałce φ_{og} był 100,00, czyli baza modelu byłaby w poziomie, to i tu łatwo zauważyć, że wysokości obu zdjęć lotniczych w stosunku do określonej, poziomej płaszczyzny odniesienia byłyby sobie równe. Odległość tę możnaby bezpośrednio odczytać z kolumny Z autografu. Wówczas kreska metalowego indeksu wskazywałaby na podziałce metalowej właściwą wysokość (H) tych zdjęć. Jasne jest, że wówczas znaczek pomiarowy musiałby być ustawiony na tej płaszczyźnie odniesienia. O tym, jak z dostateczną dokładnością odczytać wartość H z grubej podziałki, będzie mowa w dalszej części pracy.

Ponieważ bardziej przydatne dla nas są wysokości zdjęć lotniczych liczone np. w stosunku do ich punktów nadirowych, przeto — po nastawieniu znacznika pomiarowego na odpowiedni punkt nadirowy — indeks podziałki metalowej wskaże na podziałce kolumny potrzebną wysokość zdjęcia.

W przypadku gdyby baza stereogramu nie była w poziomie, tj. gdy $\varphi_{og} \neq 100,00$, wysokości zdjęć lotniczych można wyprowadzić w prosty sposób z rys. 1.

Konstrukcja autografu Wild A8 pozwala jedynie na bezpośrednie odczytanie z kolumny Z wysokości punktu środkowego (O) bazy zdjęcia w stosunku do punktu nadirowego, na którym ustawiony został znaczek pomiarowy. Z rys. 1 widać, że do wartości odczytanej z kolumny Z autografu należy dodać względnie odjąć wartość wyrażoną wzorem:

$$\Delta H = \frac{1}{2} O_1 O_2 \cdot \sin \varphi_{og} = \frac{1}{2} \cdot b \cdot \sin \varphi_{og}. \quad (3)$$

Po tej uwadze łatwo napisać wzór dla przypadku dowolnego, tj. gdy $\varphi_{og} \neq 100,00$, pozwalający na wyznaczenie wysokości zdjęcia w stosunku do jego punktu nadirowego — będzie to:

$$H_N = H_{kol} \pm \frac{1}{2} \cdot b \cdot \sin \varphi_{og}. \quad (4)$$

Znak drugiego wyrazu określić można z wartości odczytu φ_{og} , i tak gdy $\varphi_{og} > 0$, to przy wyznaczaniu wysokości zdjęcia prawego drugi wyraz należy odjąć; wynika to z odpowiedniego zwrotu podziałki φ_{og} .

Tu warto zorientować się, jakiej wielkości — w skrajnych przypadkach — może być drugi wyraz wzoru (4).

Na przykład przy $b = 140$ mm, co zachodzi przy stosunku skali zdjęć

lotniczych do skali modelu jak 1 : 2, oraz przy $p = 60\%$, formacie 18×18 cm i przy $\varphi_{og} = 1/2$ grada (to ostatnie zachodzi bardzo rzadko) mamy:

$$\Delta H = \frac{1}{2} \cdot 140 \cdot 0,00785 = 0,55 \text{ mm}$$

Zakładając w dalszym ciągu $f_k = 115$ mm, ustawienie kolumny wynosić będzie: $H_{kol} = 230$ mm, a błąd spowodowany pominięciem drugiego wyrazu będzie równy stosunkowi wartości:

$$\frac{\Delta H}{H_{kol}} = \frac{0,55}{230} = \frac{1}{420}$$

Znaczenie tego stosunku należy rozumieć w ten sposób, że gdyby zaniechać uwzględnienia drugiego wyrazu, to popełniony byłby błąd w skali modelu rzędu $1/420$ — oczywiście gdyby zaistniały powyższe okoliczności. A zatem inaczej możnaby powiedzieć, że na boku o długości 420 mm wystąpiłby błąd o wartość 1 mm. Jak widać jest to wielkość nie do pominięcia, tym niemniej i w tym przypadku skala modelu byłaby bardzo bliska rzeczywistej. Kalkulacja ta bynajmniej nie sugeruje zaniechania uwzględniania drugiego wyrazu, a jedynie podkreśla trafność metody. W przeciętnych przypadkach spotykanych w doświadczeniach Zakładu Fotogrametrii IGiK na polu doświadczalnym Nowy Sącz—Grybów otrzymywano zgodność skali modelu na fotopunktach rzędu $\pm 0,1$ mm, a zatem dokładność graficzną i to bez uwzględniania drugiego wyrazu. Oczywiście ta zgodność była wynikiem zdjęć lotniczych, wykonanych z jednej wysokości lotu w stosunku do płaszczyzny poziomej odniesienia.

6. Koncepcja przeprowadzania orientacji zewnętrznej pary zdjęć lotniczych na autografach

Założmy, że mamy pierwszy stereogram określonego szeregu zdjęć lotniczych zestrojony wg dotychczasowych sposobów, tj. został on spoziomowany i wyskalowany w oparciu o swoje właściwie rozmieszczone fotopunkty.

Skoro konstrukcja autografu pozwala realizować elementy orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych i można te wybrane elementy w odpowiedni sposób wynotować, należy zatem skorzystać z tych elementów przy orientowaniu zdjęć w sposób właściwy i planowy.

Kolejność zakładania zdjęć lotniczych na autograf można przyjąć taką, aby obserwator widział stale opracowywany teren z jednej strony danego szeregu zdjęć lotniczych, np. aby zachodnia strona szeregu (przy nalotach wschód-zachód) była stale po lewej stronie, licząc od obserwatora. Przyjęcie tego założenia jest wygodne dla obserwatora, który łatwiej będzie orientował się co do rozmieszczenia punktów i treści opracowywanej, jak również i ze względu na pewne możliwe błędy przyrządu,

którego częsta rektyfikacja jest kłopotliwa, a którą przy tym sposobie można w pewnym stopniu zaniechać.

A zatem, początek szeregu można przyjąć od strony zachodniej. Po tej umowie można sprecyzować pierwszą zasadę: Każde prawe zdjęcie zestrojonego stereogramu (z jednego szeregu), przełożone na lewą stronę autografu w celu zestrojenia stereogramu następnego, posiada niektóre ustawienia (elementy) te same, jakie były w stereogramie poprzednim. Ta zasada wynika z faktu, że elementy orientacji zewnętrznej określonego zdjęcia lotniczego, takie jak: kąt pochylenia zdjęcia oraz jego wysokość są te same, niezależnie od tego, w którym stereogramie zdjęcie to się znajduje.

Aby to ostatnie twierdzenie mogło być wykorzystane w opisywanej metodzie, (dla której przyjęte zostały wyraźne określenia co do poprzecznego i podłużnych kątów pochylenia zdjęć lotniczych), musi być spełniony z dostateczną dokładnością warunek prostoliniowości zdjęć lotniczych. Oczywiście ten warunek jest obowiązujący dla wykonawców zdjęć lotniczych i jest kontrolowany w momencie przyjęcia roboty.

Z przeprowadzonych badań na polu doświadczalnym Nowy Sącz—Grybów stwierdzono, że prostoliniowość szeregów jest bardzo dobra, kąty załamania na punktach n a d i r o w y c h były w granicach $199 \div 201$ gradów. Na tej podstawie wyżej wymienioną pierwszą zasadę można rozwinąć na kąty pochylenia poprzecznego i podłużnego i wyrazić słowami:

Z a s a d a I. Zewnętrzny poprzeczny kąt pochylenia (ω) określonego zdjęcia lotniczego jest ten sam, niezależnie od tego, w którym stereogramie zdjęcie to się znajduje.

Tę zasadę można wyrazić szeregiem następujących zależności:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{ster. wyjśc.} & \diagdown & \diagup & \text{ster. 1} & \diagdown & \diagup & \text{ster. 2} & \diagdown & \diagup & \text{ster. 3} \\ \omega_{(i-1),0} & ; & \omega_{i,0} = \omega_{i,1} & ; & \omega_{(i+1),1} = \omega_{(i+1),2} & ; & \omega_{(i+2),2} = \omega_{(i+2),3} & ; \end{array}$$

gdzie wskaźnik pierwszy oznacza numer zdjęcia lotniczego, wskaźnik drugi oznacza kolejny stereogram.

Z a s a d a II. Zewnętrzny podłużny kąt pochylenia (φ_z) określonego zdjęcia lotniczego jest ten sam, niezależnie od tego, w którym stereogramie zdjęcie to się znajduje.

Tę zasadę można wyrazić szeregiem następujących zależności:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{ster. wyjśc.} & \diagdown & \diagup & \text{ster. 1} & \diagdown & \diagup & \text{ster. 2} & \diagdown & \diagup & \text{ster. 3} \\ \varphi_{i,0} + \varphi_{og,0} = \varphi_{i,1} + \varphi_{og,1} & ; & \varphi_{(i+1),1} + \varphi_{og,1} = \varphi_{(i+1),2} + \varphi_{og,2} & ; & \varphi_{(i+2),2} + \varphi_{og,2} = & \\ & & & & \varphi_{(i+2),3} + \varphi_{og,3} & & & & & \end{array}$$

gdzie wskaźniki oznaczają to samo co i w zasadzie I.

Jak z powyższego widać, wprowadzenie na liczniki autografu wyżej wymienionych zewnętrznych kątów pochylenia zdjęć lotniczych automatycznie poziomuje stereogramy w kolejności ich opracowywania, a to dzięki temu, że istnieją zależności funkcjonalne między odpowiednimi elementami sąsiednich stereogramów.

Pozostaje jeszcze wykorzystanie kolejnych wysokości zdjęć lotniczych (H_N). Ten element można wykorzystać zgodnie z zasadą:

Zasada III. Wysokość określonego zdjęcia lotniczego jest ta sama, niezależnie od tego, w którym stereogramie zdjęcie to się znajduje.

I znowu, tę zasadę można wyrazić szeregiem następujących zależności:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{ster. wyjśc.} & & \text{ster. 1} & & \text{ster. 2} & & \text{ster. 3} \\ \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / & \backslash & / \\ H_{i,0} = H_{i,1}; & & H_{(i+1),1} = H_{(i+1),2}; & & H_{(i+2),2} = H_{(i+2),3} \end{array}$$

gdzie wskaźniki posiadają to samo znaczenie co i w zasadzie I.

Postępowanie wg tej ostatniej zasady pozwala na wyskalowanie stereogramu.

Kolejność postępowania przy orientowaniu zdjęć lotniczych wg nowej metody jest następująca:

1) wprowadzenie wartości ω na lewą stronę autografu i dokonanie wzajemnej orientacji zdjęć lotniczych,

2) wprowadzenie φ_{og} ,

3) wprowadzenie poziomu odniesienia, tj. ustawienie podziałki szklanej na odpowiednią wartość z_{punktu} , oraz bazy zdjęcia (co odpowiada wyskalowaniu stereogramu),

4) sprawdzenie skali stereogramu i ewentualne przeskalowanie stereogramu,

5) sprawdzenie spoziomowania stereogramu i ewentualne dokładne spoziomowanie.

Czynności wymienione pod 1) stanowią cykl w rozumieniu dotychczasowym i mogą być wykonane wg któregoś ze znanych sposobów wzajemnej orientacji zdjęć lotniczych; czynności wymienione pod 2) i 3) są czynnościami pojedynczymi, sprowadzającymi utworzony w cyklu 1) stereogram do dobrego poziomu i bardzo bliskiej skali opracowania (możliwe rozbieżności na punktach wysokościowych — $\pm 1/1500 \cdot H$; możliwe rozbieżności na punktach sytuacyjnych — $\pm 0,05$ mm w skali modelu, przy $H = 230$ mm). Czynności pod 4) i 5) mówią same za siebie.

7. Szczegółowy sposób postępowania przy orientowaniu zdjęć lotniczych

Przy orientowaniu zdjęć należy odróżnić czynności pomocnicze od czynności głównych.

Opisanie tych czynności najwłaściwiej zacząć od czynności pomocniczych ze względu na łatwiejsze zrozumienie całości postępowania przy

czynnościach głównych. Czynności pomocnicze są niezbędne — staranne ich wykonanie decyduje o dokładności całej roboty.

Do czynności pomocniczych można zaliczyć:

1. Odczytywanie wysokości prawego zdjęcia lotniczego.

Wysokość zdjęcia można odnosić do punktu nadirowego tegoż zdjęcia (H_N), względnie do jakiegokolwiek innego punktu (H_P). Ze względu na pewne operacje techniczne, które w czynnościach głównych należy wykonać, korzystniej jest operować wysokością zdjęcia w stosunku do punktu nadirowego. Gdyby ten moment pominąć — korzystniejszy byłby punkt charakterystyczny o wyraźnej i dokładnej identyfikacji. Aby te dwa momenty połączyć, możnaby przyjmować punkt charakterystyczny w pobliżu punktu nadirowego czy głównego.

Przeważnie każda wysokość zdjęcia lotniczego, wyznaczona z A8, składa się z dwóch części zgodnie ze wzorem:

$$H_N = H_{kol} \pm \frac{1}{2} \cdot b \cdot \sin \varphi_{og}$$

(1) ± (2)

Aby wyznaczyć część (1) należy:

- 1.1. Ustawić znaczek pomiarowy na punkcie, w stosunku do którego należy odnieść wysokość zdjęcia i odczytać z podziałki szklanej jego wysokość geodezyjną — z_N . Jednocześnie należy zwrócić uwagę na położenie metalowego indeksu kolumny Z autografu w stosunku do obu najbliższych kresk podziałki metalowej na tej kolumnie.
- 1.2. Kolejno ustawić bardzo dokładnie (pod lupą) indeks metalowy, tarczą nożną, na obie sąsiednie kreski podziałki metalowej i dla obu tych nastawień odczytać wartości podziałki szklanej. Odczyty wynotować jak niżej:

Odczyt podziałki H mm	δH mm	Odczyt podziałki Z m	δZ m
295		203,0	
300	+5	77,0	-126,0

Cel: Obliczyć wartość H_N
przy $z_N = 170,5$ m.

- 1.3. Obliczyć wartość części (1) z zestawionej tabelki. Przebieg obliczenia: $203,0 - 170,5 = 32,5$ m, $\Delta H = \frac{5 \cdot 32,5}{126} = 1,29$ mm, czyli $H_{kol} = 295,00 + 1,29 = 296,29$ mm. Jest to część (1).
- 1.4. Z liczników autografu odczytać b w mm i φ_{og} oraz — po obliczeniu wartości części (2) — obliczyć wg wzoru ostateczną wysokość zdjęcia lotniczego: H_N (lub H_P .)

Wysokość zdjęcia może być wyznaczona i w inny sposób. Sposób ten może być użyty jedynie po zakończeniu opracowania stereogramu, co nie stoi w sprzeczności z zamierzonym celem. Jest on następujący, dla zdjęcia prawego:

- 1.1a. Licznik wysokościowy podziałki szklanej ustawić tarczą nożną na wysokość punktu (z_A), w stosunku do którego wyznacza się wysokość zdjęcia.
- 1.2a. φ_{prawe} ustawić na odczyt, który dodany do odczytu istniejącego φ_{og} daje w sumie 200,00, czyli na $\varphi_{prawe} = 200 - \varphi_{og}$ oraz ω_{prawe} ustawić na odczyt 100,00 (takie ustawienie sprowadza prawą kamerę autografu do poziomu).
- 1.3a. κ_{prawe} ustawić na odczyt 100,00.
- 1.4a. Wózek autografu ustawić korbą Y na odczyt 100,00.
- 1.5a. Korbą X ustawić monokularnie prawy znaczek pomiarowy na środkowy krzyżyk tarczy i, po dokonaniu odczytu na liczniku X autografu, przesunąć znaczek pomiarowy na któryś skrajny lewy krzyżyk tarczy, odczytując nowe ustawienie licznika X. Tym ustawieniom odpowiada ściśle określony rozstaw krzyżyków na tarczy. Rozstaw ten łatwo jest pomierzyć milimetrówką. Niech wynosi on d mm. Jeśli cały pomiar został wykonany przy roboczym ustawieniu ogniskowej kamery autografu równej f_a , to z prostej proporcji trójkątów podobnych można obliczyć wartość całkowitą poszukiwanej wysokości prawego zdjęcia lotniczego, a zatem:

$$H_N = \frac{f_a \cdot \Delta X}{d} \text{ mm}$$

Oczywiście istotną rzeczą jest w tym postępowaniu to, aby nie ruszyć ustawienia licznika wysokościowego oraz ogniskowej kamery autografu, przy których to ustawieniach był opracowany stereogram. Oba sposoby wyznaczenia wysokości zdjęcia są zgodne i dają dokładność rzędu 0,02 mm.

2. Wprowadzenie właściwej wysokości lewego zdjęcia.

(Czynność tę wykonuje się po wprowadzeniu nastawień poziomujących stereogram i przy bazie równej poprzedniemu ustawieniu).

- 2.1. Z liczników autografu odczytać b w mm i φ_{og} oraz obliczyć wg wzoru (3) wartość ΔH w mm, — ustalić znak ΔH (jest to drugi wyraz wzoru na H_N).
- 2.2. Od znanej wartości H_N tegoż zdjęcia, które obecnie znalazło się po lewej stronie autografu, należy odjąć z odpowiednim znakiem obliczoną wartość ΔH , aby uzyskać nową wartość H_{kol} .
- 2.3. Wprowadzić H_{kol} dla lewego zdjęcia lotniczego.

- 2.3.1. Ponieważ wartość H_{kol} składa się z pewnej liczby całkowitych dziesiątków milimetrów oraz z całych milimetrów i ich ułamków, przeto uprzednio należy tarczą nożną nastawić indeks metalowy dokładnie na tę kreskę podziałki metalowej, której odpowiada owa okrągła liczba dziesiątków milimetrów.
- 2.3.2. Podziałkę szklaną ustawić, przy pomocy jej przesuwu (po zwolnieniu śruby zaciskowej), na okrągłą wartość dziesiątków milimetrów w tym celu, aby łatwiej można było tę „końcówkę” odmierzyć szklaną podziałką, a nie odkładać jej wyłącznie przy pomocy grubo dzielonej podziałki metalowej i indeksu (bez noniusza). Odłożyć „końcówkę” (milimetry i ich dziesiąte i setne części) obracając tarczą nożną we właściwym kierunku, zwracając uwagę na odczyty z podziałki szklanej.

Po tej czynności jest już ustawiona wysokość lewego zdjęcia lotniczego. Tej wysokości odpowiada również jakaś wysokość geodezyjna określonego punktu (liczona od pewnej poziomej płaszczyzny odniesienia). Tym punktem, jak wyżej niejednokrotnie wzmiankowano, może być punkt nadirowy względnie inny punkt charakterystyczny. Wysokość geodezyjną należy przy tym ostatnim ustawieniu kolumny Z wprowadzić na licznik wysokościowy autografu. W ten sposób i ten ostatni licznik z jest już ustawiony dla całego stereogramu.

3. Wyznaczenie położenia punktu nadirowego.

Wyznaczenie może być dokonane w oparciu o stereogram dobrze spoziomowany. Zgodnie z konstrukcją autografu Wild A8 położenie lewego bądź prawego punktu nadirowego wyznacza odpowiednie wodzidło ustawione w pionie (lewe dla lewego, prawe dla prawego zdjęcia lotniczego). Jeśli autograf jest dobrze zrektyfikowany i odpowiednie liczniki nie posiadają miejsc zera, to należy:

- 3.1. Ustawić wózek y autografu przy pomocy korby y na odczyt 100,00. — To ustawienie służy dla obu punktów nadirowych.
- 3.2. Odczytać w milimetrach ustawienie bazy stereogramu. Wartość odczytaną podzielić przez 8 (osiem), a to dlatego, że potrzebna jest połowa bazy, którą należy wyrazić w jednostkach skoku śruby x autografu, a ten jest równy 4 mm.
- 3.3. Wprowadzić na podziałkę x autografu odczyt:

$$100 - \frac{1}{8} \cdot b \text{ dla lewego punktu nadirowego,}$$

$$100 + \frac{1}{8} \cdot b \text{ dla prawego punktu nadirowego.}$$

Ustawienie to powinno być dokonane kolejno tylko przy pomocy korby x .

Stąd widać, że współrzędne autogrametryczne punktów nadirowych są:

$$\text{dla punktu lewego: } x = 100 - \frac{1}{8} \cdot b, \quad y = 100,00.$$

$$\text{dla punktu prawego: } x = 100 + \frac{1}{8} \cdot b, \quad y = 100,00,$$

3.4. Przy ustawionych licznikach, jak podano wyżej, należy ruchem z , czyli tarczą nożną, ustawić znaczek pomiarowy na teren. Znaczek pomiarowy tak ustawiony wskaże nie tylko położenie sytuacyjne punktu nadirowego ale również i jego wysokość geodezyjną.

Jeśli stereogram był we właściwej skali oraz był zestrojony ze swoim podkładem na koordynatografie, to łatwe jest naniesienie obu położań punktów nadirowych na plan czy mapę. Mając tak zestrojony stereogram równie łatwo nanieść na plan lub mapę oba punkty główne zdjęć lotniczych. Zbędne są wyjaśnienia, że równie możliwe są do otrzymania i współrzędne tych punktów w układzie autografu czy koordynatografu, jak również i do transformacji na układ geodezyjny terenowy.

Na marginesie — łatwo jest zauważyć, że mając powyższe dane liczbowe (wysokość zdjęcia lotniczego oraz współrzędne przestrzenne obu punktów: nadirowego i głównego) można obliczyć wartości obu kątów pochylenia zdjęć lotniczych, chociażby dla porównania ich z odpowiednimi odczytami liczników autografu.

Opisane powyżej trzy czynności pomocnicze, dotyczące: 1) wyznaczenia wysokości prawego zdjęcia lotniczego, 2) wprowadzenia tej wysokości na lewą stronę autografu (ze względu na przerzut tego zdjęcia też na tę stronę) oraz 3) wyznaczenia położenia punktu nadirowego, zamykają ten komplet czynności.

Z kolei należy opisać czynności główne w porządku ich wykonywania. Tu jeszcze raz dla przypomnienia należy podać, że wyjściowy stereogram każdego szeregu należy opracować jednym z dotychczasowych sposobów w oparciu o potrzebną liczbę dobrze rozmieszczonych fotopunktów, gdyż wyznaczanie potrzebnych danych pomocniczych innymi metodami jest nieekonomiczne i niecelowe, jako pochłaniające zbyt wiele czasu.

Przebieg czynności głównych byłby następujący:

1. Po wprowadzeniu na lewą stronę autografu wartości ω , odpowiadającej przeniesionemu zdjęciu lotniczemu ze strony prawej na lewą, należy przeprowadzić orientację wzajemną zdjęć lotniczych według któregoś ze znanych sposobów orientowania zdjęć, z zachowaniem warunku $\omega_{lewe} = const$. Wprowadzenie tego warunku gwarantuje, że stereogram automatycznie będzie miał właściwe spoziomowanie w kierunku poprzecznym. Wspomnianą wyżej orientację należy przeprowadzić przy zachowaniu bazy z poprzedniego stereogramu.

Proponuje się stosować następujący sposób wzajemnej orientacji zdjęć lotniczych:

- 1.1. Na punkcie 1 *pv* usunąć przez κ_{prawe} .
- 1.2. Na punkcie 2 *pv* usunąć przez κ_{lewe} .
- 1.3. Sprawdzić, który kąt pochylenia wzajemnej orientacji zdjęć lotniczych jest większy i od niego zacząć dalsze postępowanie. Niech $\varphi > \omega$ to:
 - 1.4. Na punkcie 3 *pv* usunąć przez φ_{prawe} i wziąć odczyt z φ_p .
 - 1.5. Na punkcie 4 *pv* usunąć przez φ_{prawe} i wziąć odczyt z φ_p .
 - 1.6. Ustawić φ_{prawe} na odczyt, odpowiadający średniej arytmetycznej z dwóch wynotowanych odczytów dla φ_p .
 - 1.7. Na punkcie 5 *pv* usunąć przez φ_{lewe} i wziąć odczyt z φ_1 .
 - 1.8. Na punkcie 6 *pv* usunąć przez φ_{lewe} i wziąć odczyt z φ_1 .
 - 1.9. Ustawić φ_{lewe} na odczyt, odpowiadający średniej arytmetycznej z dwóch wynotowanych odczytów dla φ_1 .
 - 1.10. Na punkcie 3 *pv* usunąć przez ω_{prawe} , wziąć odczyt z ω_p .
 - 1.11. Na punkcie 4 *pv* usunąć przez ω_{prawe} , wziąć odczyt z ω_p ; wprowadzić nadkorekcję.
... itd., aż do osiągnięcia wzajemnej orientacji zdjęć lotniczych.
2. Odczytać φ_{lewe} i obliczyć potrzebne nastawienie dla $\varphi_{og,1}$ wg wzoru:

$$\varphi_{i,0} + \varphi_{og,0} = \varphi_{i,1} + \varphi_{og,1} \dots (\text{dla ster. 1})$$

ster. wyjśc. ster. oprac.
3. Nastawić licznik φ_{og} na wartość wyżej obliczoną; $\varphi_{og,1}$ (po tej czynności stereogram jest spoziomowany również i w kierunku popołużnym).
4. Ustawić kolumnę *Z* na wysokość lewego zdjęcia lotniczego, wg wyżej podanego opisu, oraz podziałkę szklaną na znaną wysokość geodezyjną obranego punktu (zwykle nadirowego).
5. Ustawić wózek *Y* autografu na odczyt 100,00 (zerowy). (Ustawienie odpowiednie dla punktu nadirowego).
6. Korbą *X* autografu przesunąć wózek *X* w okolicę lewego punktu nadirowego (wodzidło lewe w pionie). Sprawdzić czy nie zostało naruszone uprzednie nastawienie kolumny *Z* i licznika podziałki szklanej.
Po dokonaniu powyższych czynności znaczek pomiarowy, będący w okolicy punktu nadirowego nie będzie leżał na terenie.
7. Ustawić znaczek na teren (na punkt nadirowy) korzystając z ruchu *X* autografu oraz ruchu bazy.

Po tych czynnościach stereogramu jest wyskalowany, a ponieważ uprzednio był już spoziomowany, pozostaje zatem sprawdzenie tych elementów stereogramu.

Posługiwanie się punktem nadirowym jest korzystne ze względu na łatwość wykonania czynności, opisanej w punkcie 7. Są to tylko dwa proste ruchy, łatwe do opanowania przez obserwatora: ruch wzdłuż osi X oraz ruch bazą. Korzyści punktu nadirowego nie tylko do tego się ograniczają (o tym będzie niżej). Dlatego potrzebna jest dobra znajomość położenia punktu nadirowego; punkt ten można już mieć ze stereogramu poprzedniego. Należy zatem wykonać powiększony szkic sytuacyjny tego punktu w elementach zdjęcia lotniczego. Gdyby skorzystanie z tego punktu okazało się z różnych innych względów trudne, to w ostateczności można skorzystać z dowolnego innego charakterystycznego punktu, będącego w okolicy punktu nadirowego. Przejście na inny, dowolny punkt stereogramu, położony na skraju zdjęcia zmuszałby, przy czynności punktu 7, do korzystania również z ruchu wzdłuż osi Y .

Dobre wykonanie orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych sposobem opisanym powyżej (ograniczającej się do punktu 7 włącznie) daje stereogram wyskalowany i spoziomowany, którego dokładności można określić na: w sytuacji do $\pm 0,05$ mm w skali modelu, przy $H = 230$ mm, a w wysokości — $\pm 1/1500$ wysokości lotu.

Tak uzyskany stereogram, o ile posiada swoje odrębne punkty wpasowania, może i powinien być sprawdzony na tych punktach.

Jak postępować w przypadku konieczności lepszego spoziomowania stereogramu? Co do skali, nie należy się spodziewać żadnych dodatkowych czynności, można je dopuszczać jedynie w stosunku do spoziomowania stereogramu.

I tak, znajomość położenia punktu nadirowego, względnie innego mu bliskiego, wykorzystywana jest również i przy czynnościach, dotyczących ostatecznego spoziomowania stereogramu, o ile sprawdzenie, o którym wyżej była mowa, wykaże pewne odchylenia znanych punktów wysokościowych od ich faktycznych geodezyjnych wysokości.

Likwidację tych odchyłeń można przeprowadzić następująco:

1. Na licznik wysokościowy podziałki szklanej wprowadzić przy pomocy tarczy nożnej odczyt, odpowiadający wysokości geodezyjnej z-punktu położonego w otoczeniu lewego górnego lub dolnego narożnika stereogramu (a ściślej mówiąc — powinien to być jeden z punktów narożnych prawidłowego schematu: 1, 2, 3, 4, 5, 6).
2. Po przesunięciu ruchem X i Y znaczką pomiarowego na wspomniany z-punkt (bez zmiany wysokości znaczką w modelu), istniejącą całkowitą wartość odchylenia wysokościowego, widoczną między znaczką pomiarowym a tym punktem, zlikwidować pochyleniem stereogramu, przy pomocy obu ω jednocześnie. Po tej czynności, inne punkty, położone z przeciwnej strony stereogramu (w stosunku do punktu użytego) powinny zgadzać się wysokościowo.

Obrót ten nie wprowadza zmiany wysokości punktu nadirowego, a zatem jego wysokość pozostaje niezmienną, a to dzięki małemu kątowi obrotu stereogramu dookoła bazy stereogramu.

3. Z kolei znaczek pomiarowy ruchami X , Y i Z należy przesunąć na któryś z z -punktów stereogramu, położonych po jego prawej stronie (2, 5 lub 6) oraz odczytać jego wysokość autogrametryczną.
4. Obliczyć poprawkę wysokości równą $1/2 \cdot (z_T - z_A)$.
5. Poprawkę tę ze znakiem ustalonym, wprowadzić tarczą nożną na licznik wysokościowy podziałki szklanej, a pozostałą różnicę wysokości zlikwidować na obranym z -punkcie pochyleniem φ_{og} .
6. Licznik wysokościowy podziałki szklanej na dowolnym z -punkcie ustawić na właściwą wysokość geodezyjną.

Całe powyższe opisanie poziomowanie stereogramu musi dać ostateczną i maksymalną dokładność spoziomowania.

Opisane tu postępowanie, zarówno co do poziomowania stereogramu, jak i wprowadzania jego skali, posiada tę wyższość nad sposobem dotychczasowym, że obserwator likwiduje te czynniki „na gorąco”, obserwując je w modelu przestrzennym w wielkości gotowej do ich bezpośredniego usuwania. Sposoby dotychczasowe w ten sposób tego nie ułatwiają i są sposobami kolejnych prób, zależnych od wielu czynników, którym zawdzięczać należy przypadkowość działania, — oczywiście w granicach przyjętych dokładności opracowania.

Rozwijając tę nową metodę orientowania zdjęć lotniczych na autografach autor opierał istotę koncepcji na wyobrażeniu bryły, której należy nadać właściwą skalę i odpowiednio ją ustawić w przestrzeni. Bryłę tę tworzą cztery płaszczyzny boczne, z których jedna para przeciwległych płaszczyzn przecina się wzdłuż linii przestrzennej bazy stereogramu (tworząc poniekąd dach dwuspadowy), druga para zamyka tę przestrzeń z boków, a od dołu całość zamknięta jest powierzchnią modelu terenu. Wysokością takiej bryły są dwa odcinki, odpowiadające wysokościami dwóch sąsiednich zdjęć lotniczych. Nadając takiej bryle odpowiednią skalę można operować nie tylko punktami położonymi na jej podstawie, ale również i wysokościami tej bryły. Analogicznie wygląda sprawa koncepcji jej spoziomowania i odpowiedniego ustawienia w przestrzeni.

Rękopis złożono w Redakcji w czerwcu 1962 r.

Zestawienie czynności
dotyczących orientowania zdjęć lotniczych na autografach
typu Wild A8

Lp.	Czynności pomocnicze	Lp.	Czynności główne
01	Zc stereogramu wyjściowego (0) wynotować: ω_{pr} , φ_{pr} , φ_{og} , b , z_N		
02	oraz wyznaczyć: H_N (lub H_p) i wyrysować szkic sytuacyjny tego punktu.		
1	Przenieść z kasetą prawe zdjęcie lotnicze stereogramu O na lewą stronę.		
2	Scentrować zdjęcie następne (ster. 1) na kasecie i umieścić je po prawej stronie autografu.		
		1	Wprowadzić na licznik ω_{lewe} wartość ω_{pr} stereogramu O.
		2	Pozostawić bazę (b) jaka była w stereogramie O.
		3	Ustawić $\varphi_{og} = 100,00$
		4	Przeprowadzić orientację wzajemną stereogramu 1.
		5	Odczytać φ_{lewe} (ster. 1).
3	Zsumować $\varphi_{pr} + \varphi_{og}$ (ze ster. 0).		
4	Obliczyć φ_{ogl}		
		6	Wprowadzić na licznik φ_{og} wartość φ_{ogl} .
5	Wprowadzić nastawienie H_N (lub H_p) na kolumnę oraz z_N na licznik wysokościowy.		
6	Ustawić wózek na odczyt $y = 100,00$.		
7	Sprowadzić wodzidło lewe do pionu ruchem X (okolica punktu nadirowego lewego).		
		7	Ruchem X i bazą ustawić znaczek pomiarowy na punkcie obranym (nadir).
		8	Wpasować planszę na koordynatogr.
		9	Sprawdzić skalę i spoziomowanie stereogramu.
		10	Ewentualne dokładne spoziomowanie stereogramu wg podanych tu sposobów.

СТАНИСЛАВ ДМОХОВСКИ

НОВЫЙ МЕТОД ВНЕШНЕГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ ПАРЫ АЭРОСНИМКОВ НА АВТОГРАФАХ ТИПА ВИЛЬД А8

Резюме

В этой работе развито теоретические и практические принципы проведения внешней ориентировки аэроснимков на автографах типа Вильд А8, а имея в виду сходство в некотором конструкционном отношении, возможность такая открывается и для автографов Вильда А5 и А7. Представленные вопросы являются полезными в обработке на этих приборах отдельных, очередных стереопар при составлении планов или карт а также являются полезными в проведении пространственной или плоской аэротриангуляции ряда аэроснимков.

Разработанный метод однозначно определяет целый цикл действий в области ориентирования пары аэроснимков на автографах Вильда и приводит некоторые этапы ориентировки (из трех — два) к одиночным простым действиям наблюдателя на автографе, давая исполнителю возможность поступать более эффективно и уверенно; таким образом метод обоснован технически и экономически.

Существенным моментом является принцип что каждый (правый) аэроснимок ориентированной стереопары, данного маршрута, переложенный на левую сторону автографа (А8) имеет для ориентирования следующей стереопары некоторые установки (элементы) такие же, какие были в предыдущей стереопаре. Такими элементами являются: два угла наклона аэроснимков (поперечный — ω_z и продольный φ_z), а также высота фотографирования наиболее целесообразно отсчитываемая для соответственной точки надира.

Кроме того для автографа Вильд А8 существует следующая зависимость:

$$\varphi_{(i+1),k} + \varphi_{ог,k} = \varphi_{(i+1),k+1} + \varphi_{ог,k+1}$$

где:

$(i + 1)$ — номер аэроснимка,

$\left. \begin{array}{l} k \\ k + 1 \end{array} \right\}$ — номер стереопары,

$\varphi_{ог}$ — значение общего угла продольного наклона стереомодели.

В методе выделено главные и вспомогательные операции. Общее их составление показано в последней таблице. Главные операции не требуют пояснений. Вспомогательными операциями являются: определение высоты аэроснимка со счетчиков колонки Z автографа, определение точки надира на аэроснимках с помощью автографа, а также введение необходимого значения высоты аэроснимка в следующую стереопару с точностью $\pm 0,02$ мм.

Полезной точкой в описанных действиях является точка надира или расположенная рядом ситуационная точка.

Доориентирование стереопар в этом методе не требует использования крестовидного уровня автографа А8 и дает точности: в ситуации $\pm 0,05$ мм и в высоте $1/1500 \cdot H$ в каждой стереопаре, без использования опознаков. Знание последних повышает точность ориентирования и является простым в введении.

STANISŁAW DMOCHOWSKI

A NEW METHOD OF ABSOLUTE ORIENTATION OF AERIAL
STEREOGRAMS FOR THE AUTOGRAPHS OF WILD A8 TYPE

S u m m a r y

The theoretical and practical principles for the execution of absolute orientation of aerial stereograms for the autographs of Wild A8 type are described; the same principles are also true for the Wild A5 and A7 autographs, because of the likeness of their constructions to this of A8. The ideas presented here are use ful for the elaboration of maps from the restitution of consecutive stereograms of a strip on the autographs mentioned above; they can be of use, too, for making spatial or plane aerotriangulation of a strip.

The method defines clearly and unambiguously the whole procedure of orientation of a pair of air photographs on Wild autographs and reduces the two phases of absolute orientatior. (viz. the levelling of the model and introduction of the scale) to the very simple operations on the autograph, which assures more dexterous and sure operation to the observer and is therefore technically and economically correct.

The main feature of the method is based on the thesis, that every right photograph of an oriented stereogram of a strip, when transported on the left side of the Wild A8 autograph for bridging the next stereogram, has some elements of orientation identical with those of the former stereogram. These elements are: the lateral tilt angle ω_z , the longitudinal tilt angle φ_z and the flight altitude H above the nadir point of the corresponding photograph.

Besides, for the autograph Wild A8 there exists the following condition:

$$\varphi_{(i+1),k} + \varphi_{og,k} = \varphi_{(i+1),k+1} + \varphi_{og,k+1},$$

where:

$(i + 1)$ — the number of air photograph,

$(k + 1) \left. \begin{array}{l} k \\ \end{array} \right\}$ — the number of the stereogram,
 φ_{og} — the general longitudinal tilt angle of the stereogram.

In this method the main and auxiliary operations are separated. A special table contains the list of all the operations.

The main operations do not require explanations. The auxiliary operations are the following ones: the determination of the flight altitude of the air photograph from the counters of the Z — column of the autograph, the determination of the position of the nadir point on the photographs by means of the autograph and setting of the flight altitude, necessary for the next stereogram with the accuracy of $\pm 0,02$ mm on the Z — column of the autograph.

The best point for this procedure is the nadir point or one of the points in its vicinity.

The bridging of the consecutive stereograms in this method does not require the use of cross-levels of the Wild A8 autograph and gives the following accuracy: in planimetry $\pm 0,05$ mm and in height $1/1500 \cdot H$ for one stereogram without using the control points. If we have the control points, then the accuracy increases and it is easy to introduce these points to the restitution.