

**BADANIE DOKŁADNOŚCI INTERPRETOSKOPU ZEISS-JENA
W ZAKRESIE POWIĘKSZEŃ OBRAZU
OD 2 DO 16 RAZY**

Wizualna interpretacja zdjęć prowadzona jest coraz częściej przy użyciu stacjonarnych instrumentów spełniających oprócz funkcji stereoskopu ze stereomikrometrem także inne zadania. Przykładem takiego nieprzenośnego instrumentu przeznaczonego do fotointerpretacji jest INTERPRETOSKOP produkowany przez Zakłady Carl Zeiss-Jena (Świątkiewicz, 1977).

INTERPRETOSKOP jest przeznaczony do frontalnej obserwacji zdjęć. Mogą to być zarówno negatywy (diapozytywy), jak i pozytywy na nieprzeźroczystym podłożu. Format zdjęć nie może być większy od 30 cm. Obserwacji mogą być poddane pojedyncze kadry, stereogramy, jak też nie pocięte błony zwojowe. Obserwacja zdjęć w INTERPRETOSKOPIE może być prowadzona jednocześnie przez dwu obserwatorów. Jednakże bezpośredni dostęp do urządzeń nastawczych i mierzących ma tylko jeden obserwator (wiodący). Za pomocą odpowiednich pokręteł możliwe jest niezależne, optyczne skręcenie obrazu w lewej i prawej gałęzi systemu obserwacyjnego o 400°. Dwa obiektywy w lewej i prawej ruchomej części systemu obserwacyjnego pozwalają na niezależną (dla lewego i prawego obrazu) zmianę optycznego powiększenia obrazu w przedziałach 2—6 \times i 6—16 \times . Umożliwia to prowadzenie obserwacji stereoskopowej zdjęć w różnych skalach.

Obserwator wiodący ma możliwość jednoczesnego przesunięcia ruchomej części systemu obserwacyjnego w ten sposób, że obiektywy znajdują się prostopadle nad obserwowanymi fragmentami zdjęcia lewego i prawego. Przesunięcia na lewo i na prawo (x) oraz od siebie i do siebie (y) mogą być realizowane także po zablokowaniu jednego z tych ruchów. Przesunięcie ruchomych części systemu obserwacyjnego w kierunku osi x jest rejestrowane na podziałce znajdującej się poniżej okularów (setki, dziesiątki i jednostki milimetrów). Przy zablokowanym ruchu x dokładniejszy pomiar jest realizowany przez stereomikrometr (dziesiąt-

ne i setne części milimetra), którego urządzenie odczytowe znajduje się przy pokrętle ruchu paralaksy podłużnej (p_x). Przy zablokowanym ruchu y możliwe jest także usunięcie paralaksy poprzecznej (p_y) bez możliwości jej pomiaru. Tak więc INTERPRETOSKOP może służyć do fotointerpretacji wizualnej oraz pomiaru paralaks podłużnych obserwowanych punktów przy zmiennym zakresie powiększeń obrazu tych punktów w przedziale 2—16 \times .

Powstaje zatem pytanie, jak przedstawia się sprawa dokładności rozpoznawania i identyfikacji punktów (elementów punktowych) w INTERPRETOSKOPIE przy różnych powiększeniach ich obrazów.

W celu znalezienia odpowiedzi na postawione pytanie prowadzono doświadczalne obserwacje w INTERPRETOSKOPIE B, znajdującym się w Zakładzie Geodezji i Fotogrametrii Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Materiałem wyjściowym do badań były diapozytywy zdjęć lotniczych na płytach szklanych, z obszaru poligonu fotogrametrycznego Wieliczka — Barycz. Zdjęcia wykonano w 1970 roku kamerą RC 5, z odległością obrazową $f_k = 152,14$ mm (skala zdjęć około 1 : 5 000, format zdjęć 23 cm \times 23 cm). Wybrano dwa zdjęcia: nr 0833 i 0835 stanowiące stereogram o pokryciu podłużnym nie mniejszym niż 60%. W obrębie stereogramu wybrano 50 punktów sygnalizowanych przed wykonaniem lotu fotogrametrycznego oraz 40 punktów terenowych, nie sygnalizowanych. Sześciu obserwatorów wykonało niezależne zestrojenie zdjęć wzdłuż bazy fotografowania oraz obserwacje wszystkich 90 punktów stereogramu. Każdy obserwator wykonał rozpoznanie, identyfikacje i pomiar paralaksy podłużnej (p_x) punktu na modelu stereoskopowym — na podstawie zaznaczonego położenia punktu na fotoszkicu — dla kolejnych współczynników powiększeń: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 i 16. W przypadku powiększenia 6 \times obserwacje przeprowadzono dwukrotnie ze względu na możliwość uzyskiwania tego powiększenia przy użyciu obydwu par obiektów.

W środkowej części stereogramu obrano jeden sygnalizowany punkt, którego paralaksa podłużna (p_0) służyła do określenia różnicy paralaks podłużnych (Δp_i) dla wszystkich mierzonych punktów. Na podstawie zależności:

$$p_i^k - p_0^k = \Delta p_i^k, \quad (1)$$

gdzie:

i — numer punktu,

k — kolejne powiększenie obrazu,

określono różnice paralaks podłużnych pomiędzy punktem i -tym a punktem zerowym (dla wszystkich punktów, przy podanych ośmiu powiększeniach obrazu).

Różnice wartości pomiędzy kolejnymi różnicami paralaks podłużnych tych samych punktów, przy zmiennych powiększeniach obrazu, są miarą dokładności identyfikacji i stereomikrometrycznego pomiaru punktów.

Różnice te odniesiono każdorazowo do powiększenia 2-krotnie mniejszego i potraktowano jako pary spostrzeżeń:

$$\Delta p_i^k - \Delta p_i^{k-2} = d_i^k \quad (2)$$

W czasie prac obliczeniowych stwierdzono występowanie systematycznych błędów obserwacji, które najprawdopodobniej zaistniały na skutek osobowych predyspozycji obserwatorów zarówno przy strojeniu zdjęć, jak i przy poszczególnych naprowadzeniach znaczka pomiarowego na przestrzenny punkt stereoskopowego modelu optycznego. Wyeliminowanie błędów systematycznych obserwacji przeprowadzono na podstawie metod rachunku wyrównawczego (L a n g, 1972).

Systematyczny błąd obserwacji obliczono z zależności:

$$\sigma = \frac{[d_i]}{n} \quad (3)$$

gdzie:

n — liczba różnic d_i ,

a poprawione różnice:

$$d_i' = d_i - \sigma \quad (4)$$

Następnie obliczono średnie błędy obserwacji pozbawione błędów systematycznych według wzoru:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[d_i' - \sigma]}{2(n-1)}} \quad (5)$$

Na podstawie wzoru (5) obliczono średnie błędy identyfikacji i pomiaru punktów oddzielnie dla każdego obserwatora z rozdzielaniem obserwacji punktów sygnalizowanych i nie sygnalizowanych.

Przykładowe zestawienie średnich błędów identyfikacji punktów i pomiaru ich paralaks podłużnych obliczonych według (5) podano w tab. 1.

Tabela 1
Tableau 1

**Średnie błędy identyfikacji i pomiaru paralaks podłużnych
uzyskane przez obserwatora „A” na punktach sygnalizowanych
Erreurs moyennes d'identification et de mesure des parallaxes longitudi-
nales obtenues par l'observateur „A” sur les points signalés**

Powięk- szenie	Powiększenie (agrandissement)							
	4	6	6	8	10	12	14	16
2	0,059	0,070	0,064	0,066	0,071	0,068	0,065	0,061
4		0,045	0,066	0,066	0,069	0,066	0,067	0,063
6			0,063	0,061	0,056	0,062	0,062	0,059
6				0,026	0,029	0,026	0,021	0,022
8					0,028	0,029	0,026	0,023
10						0,030	0,033	0,034
12							0,025	0,028
14								0,015

Wielkości wyrażone są w milimetrach (ze znakiem \pm), a dokładność 0,001 mm jest wynikiem obliczania średnich wartości oraz różnic pomiędzy poszczególnymi przedziałami powiększeń.

W sposób podobny do przedstawionego w tab. 1 zestawiono wyniki obserwacji dla wszystkich obserwatorów i grup punktów (sygnalizowane i nie sygnalizowane).

Następnie po wprowadzeniu wag obserwacji (w) wykonanych przez poszczególnych obserwatorów — na zasadzie odwrotności wagi do średniego błędu obserwacji — obliczono na podstawie wzoru ogólnego na średnią arytmetyczną ważoną

$$x = \frac{[wm]}{[w]} \quad (6)$$

średnie wielkości błędów identyfikacji i pomiaru paralaks podłużnych obydwu grup punktów.

W tab. 2 i 3 zestawiono rezultaty badania dokładności INTERPRETOSKOPU obliczone na podstawie wzoru (6).

Tabela 2
Tableau 2

**Średnie błędy identyfikacji punktów sygnalizowanych
i pomiaru ich paralaks podłużnych (w mm)
Erreurs moyennes d'identification des points signalés et de mesure
de leur parallaxes longitudinales (en millimètres)**

Powięk- szenie	Powiększenie (agrandissement)							
	4	6	6	8	10	12	14	16
2	0,032	0,034	0,060	0,058	0,060	0,059	0,060	0,058
4		0,021	0,060	0,054	0,057	0,056	0,058	0,056
6			0,059	0,054	0,054	0,055	0,056	0,055
6				0,026	0,029	0,028	0,026	0,026
8					0,015	0,015	0,015	0,014
10						0,014	0,014	0,013
12							0,013	0,014
14								0,010

Z tab. 2 i 3 wynika, że dokładność identyfikacji i pomiaru paralaks podłużnych w INTERPRETOSKOPIE jest mniejsza dla powiększeń w przedziale 2—6 \times , a wyraźnie wzrasta dla powiększeń w przedziale 8—16 \times . Przyczyną tego jest wielkość znaczka pomiarowego, który przy powiększeniach 2—4-krotnych jest większy od obrazu identyfikowanych punktów (elementów punktowych). Widoczny jest także spadek dokładności przy obserwacji punktów nie sygnalizowanych w stosunku do dokładności obserwacji punktów sygnalizowanych.

Tabela 3
Tableau 3

**Srednie błędy identyfikacji punktów nie sygnalizowanych
i pomiaru ich paralaks podłużnych (w mm)**
**Erreurs moyennes d'identification des points non signalés et de mesure
de leurs parallaxes longitudinales (en millimètres)**

Powiększenie	Powiększenie (agrandissement)							
	4	6	6	8	10	12	14	16
2	0,034	0,038	0,061	0,057	0,059	0,061	0,060	0,061
4		0,026	0,058	0,053	0,056	0,058	0,058	0,058
6			0,057	0,052	0,054	0,056	0,055	0,054
6				0,030	0,034	0,032	0,032	0,033
8					0,020	0,020	0,022	0,022
10						0,017	0,017	0,019
12							0,016	0,017
14								0,015

Uzyskane w przeprowadzonych badaniach wyniki upoważniają do stwierdzenia, że dokładność rozpoznania i identyfikacji elementów punktowych (sygnalizowanych i nie sygnalizowanych) jest około 2 razy większa od wartości średnich błędów przedstawionych w tab. 2 i 3. Podstawą tego stwierdzenia jest fakt, iż w przeprowadzonych badaniach posłużono się paralaksami podłużnymi i różnicami paralaks podłużnych do określenia dokładności rozpoznania i identyfikacji elementów punktowych obserwowanych zdjęć. Uwzględnienie wymienionych powiązań w zapisie równań (1) i (2) oraz obliczenie błędu rozpoznania i identyfikacji punktów m_p w zależności od błędu funkcji m_d wskazuje na zasadność stwierdzenia.

LITERATURA

- Lang A., 1972: *Zastosowanie rachunku wyrównawczego w geodezji*, PWN, Warszawa—Wrocław.
Świątkiewicz A., 1977: *Fotogrametria*, PWN, Warszawa.

ANDRZEJ ŚWIĄTKIEWICZ

**INVESTIGATIONS INTO THE ACCURACY OF THE ZEISS-JENA
INTERPRETOSCOPE IN ENLARGING A PICTURE FROM 2 TO 16 TIMES**

Summary

In this paper the results of an investigation into the accuracy of the reconnaissance and identification of points by the Interpretoscope B of the firm Zeiss-Jena are put forward. The investigation was carried out on 50 signal points and 40 nonsignal points, arranged on a stereogram of aerial photographs on a scale

of 1 : 5 000, originating from the area of the photogrammetric polygon 'Wieliczka—Barycz'. Each of the enlarged points was observed in 8 enlarged pictures in a 2—16^x interval, independently by six observers. The values of numerical sights of about 4 500 points was read on the intervals of a parallax lengthwise with an exactitude of 0,01 mm. The visible fall in the accuracy of the identification and measurement of points was observed in changes of the enlargement field from the interval 6—16^x to 2—6^x, and also with the lesser accuracy of observation of nonsignalled points.

The numerical characteristics of identification accuracy are determined depending on the enlargement of the picture. The influence of investigative mistakes in systematic interpretation by various enlargements of the picture are established.

Translated by Peter L. McGuire

ANDRZEJ SWIĄTKIEWICZ

**ETUDES SUR LA PRÉCISION DE L'INTERPRÉTOSCOPE ZEISS-JENA
PENDANT L'AGRANDISSEMENT DE L'IMAGE DE 2 À 16 FOIS**

R é s u m é

Cette étude présente les résultats des recherches sur la précision de la reconnaissance et de l'identification des points dans l'InterprétoSCOPE Zeiss-Jena.

Les recherches ont été faites pour 50 points signalés et 40 points non signalés, étendus sur le stéréogramme aériennes à l'échelle du 1 : 5 000^{ième}. Ces photographies provenaient de la région du polygone photogramétrique „Wieliczka—Barycz”. Chacun des points étudiés était observé à l'aide de 8 agrandissements de l'image, à l'intervalle de 2—16^x, indépendamment par six observateurs. Les valeurs numériques de la situation de 4500 points on été relues avec précision de 0,01 mm. Avec le changement de l'étendu des agrandissements, à l'intervalle de 6—16^x à 2—6^x, a été observée la baisse remarquable de la précision de l'identification et de la mesure des points. Le même phénomène se révélait dans l'observation des points non signalés.

Au cours de ces recherches a été déterminée la caractéristique numérique de la précision de l'identification des points par rapport à l'agrandissement de l'image et étudiée l'influence des erreurs systématiques de l'InterprétoSCOPE en question dans différents agrandissements de l'image.

Traduit par Teresa Korba-Fiedorowicz