*геодет. ђенерала Пјевцова* (сличној Талкотовој). У току ове године ове ћемо ефемериде и публиковати.

Ради ширења и унапређења науке код нашег подмлатка, који се њоме интересује, превели смо и већ публиковали: *Курс Астрономије, I теорни део; Курс Астрономије, II практични део,* а у штампи је *Курс Више Геодезије и Математичке Картографије,* — сва три дела познатог руског научника, геодет. ђенерала Др. Ј. Цингера.

III

Ако је за ово последњих десет година било видљивог успеха у радовима извршеним у нашем Војном Географском Институту, има се захвалити највише увиђавности свију наших претпостављених старешина, који су, разумевајући и научни и практични значај ових радова, учинили све што се могло, да омогуће, и иначе вредним нашим сарадницима, што бољу и солиднију спрему, што бољи смештај и удобности за рад и што савременија средства и инструменте, апарате, машине и т. сл. за извршење њихово. Стога ми сад имамо своју *властиту школу у Војном Географском Институту*, из које је до сад изашло доста врло добрих топографа, а сада је основана и *виша школа* за најопширнију и најсолиднију свестрану геодетску спрему. Затим, ми сад имамо врло згодне, подесне и хигијенске просторије за рад у *новој згради Војног Географског Института*, за чије је зидање и инсталације дато доста редстава. И то се тако нису жалила средства ни за набавку *најсавршенијих модерних инструмената, машина за штампање и т. д.*, тако да смо сад у стању да радимо све оно, што раде и најсавременији европски слични заводи.

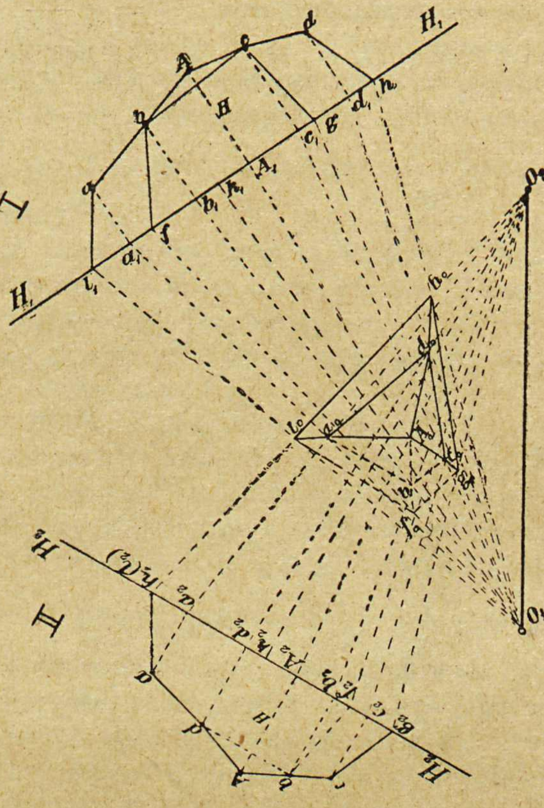
---

Ing. **Јован Раслапчевић**

## Фотограметријско снимање

(Наставак)

Видели смо како се одређују координате неке тачке, као и који су елементи потребни за оријентацију једног фотограма. Сада да одредимо висину некогобјекта. Снимљени објекат нека буде кула представљена на слици. Да би се могло извршити пројицирање потребно је на обема фотографијама утврдити идентичне тачке. (Види сл. 4).



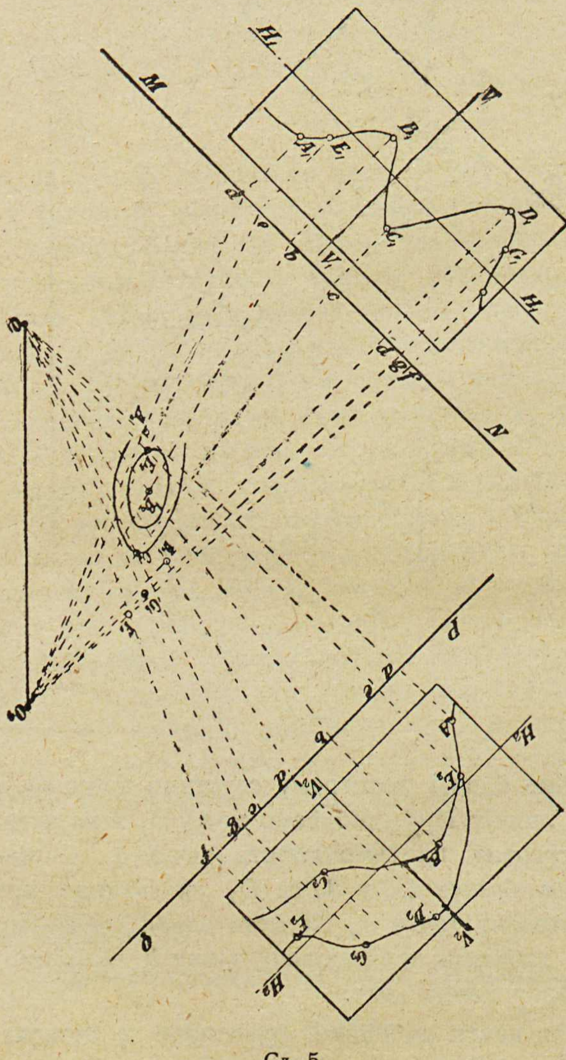
Сл. 4.

Из тачке d на I фотограму спустимо нормалу на гл. хоризонталну линију $H_1H_1$ добићемо тачку $d_1$ тако исто урадимо и на II фотограму па ћемо добити тачку $d_2$. Спојимо тачку $d_1$ са тачком базиса $O_1$ и $d_2$ са $O_2$ па њихово пресециште даје пројектовану тачку $d_0$. На исти начин спајањем $h_1$ са $O_1$ и $h_2$ са $O_2$ добијамо пројектовану тачку $h_0$. Спојимо $d_0$ са $h_0$ па имамо прву ивицу куле.

На исти начин добићемо пројекције и осталих тачака, сем тачке *b* и *f* које се на II фотограму не виде, што значи, да за њихово пројицирање требамо узети и III фотограм, и тако ћемо добити пројекцију целе куле.

Да одредимо сада висину куле. Узмимо простији случај, да су тачке базиса $O_1$ и $O_2$ на истом хоризонту $H_1H_1$ и $H_2H_2$.

Измеримо на плану (који смо нацртали у размери 1 : m) дужину $O_1 A_1 = d'_1 = 80{,}1$ mm. Ова даљина одговара величини d' у раније изведеној формули: $H = y \frac{dm}{d'}$. Величина $AA_1 = y_1 = 7{,}0$ mm; $O_2 H_2 = d'_2 = 80{,}3$ mm и $AA_2 = y_2 = 7{,}7$ mm; $A_0 O_1 = d_1 = 53{,}0$ mm; $O_2 A_0 = d_2 = 48{,}3$ mm.



Сл. 5.

Узмемо размеру $1 : m = 1 : 10.000$. Дакле висина куле је:

$$H = y \frac{dm}{d'} = y_1 \frac{d_1 m}{d'_1} = \frac{7{,}0 \cdot 53{,}0 \cdot 10.000}{80{,}1} \text{ mm} =$$
$$46317 \text{ mm} = 46{,}3 \text{ mm}$$

$$H = y\frac{dm}{d'} = y_2\frac{d_2 m}{d'_2} = \frac{7{,}7 \cdot 48{,}3 \cdot 10\,000}{80{,}3}\ mm =$$
$$46315\ mm = 46{,}3\ mm$$

Ако би тачке базиса $O_1$ и $O_2$ биле измерене помоћу вертикалног круга висинским угловима $\beta_1$ и $\beta_2$ онда би се висина рачунала по раније одређеним формулама $x = f\ tg\ \alpha$ $y = \frac{f}{\cos\alpha}\ tg\ \beta$. При великим одстојањима треба узети у обзир кривину земље.

Ако се тачке базиса $O_1$ и $O_2$ не налазе на истом хоризонту опет се метода конструисања плана не мења, јер хоризонтални углови остају непроменљиви.

Узмимо да смо са тачака $O_1$ и $O_2$неког базиса снимили једно брдо (Види слику 5.)

Ориентишимо плоче према базису $O_1$ и $O_2$ и повуцимо главне хоризонталне линије $H_1$ $H_1$ и $H_2$ $H_2$. На одстојању од $O_1$ и $O_2$ повуцимо пројекционе линије MN и PQ (трагови пројекционе равни). Извршимо (на мало пре показани начин) пројектовање тачака A B C и т. д. Тако исто одредимо њихове висине по ранијој формули $H = y\frac{dm}{d'}$ па добијемо на плану један низ тачака (кота). Кад извршимо интерполацију и спајање одговарајућих тачака онда добијемо изохипсе терена. Овај начин конструисања изохипса је у ствари метода графичког пресецања. Овај метод рада у фотограметрији *зове се фототопографија.*

## Фототеодолит.

Фототеодолит је комбинација обичног теодолита и фотографског апарата. Данас пак имамо више врста инструмената за фотограметрију.

Одстојање млечног стакла од центра објектива је константна величина $r_1$ и она је готово једнака главном фокусном одстојању f. Зато је ова камера и нерастегљива за сврхе фотограметрије т. зв. *kamera opskura.*

Ово важи при снимању објеката удаљених неколико стотина метара где је $r_1 = f$ тако исто и код врло далеких предмета. Међутим за дужине мање од 100 m $r_1$. се мења. (Види слику 6.)

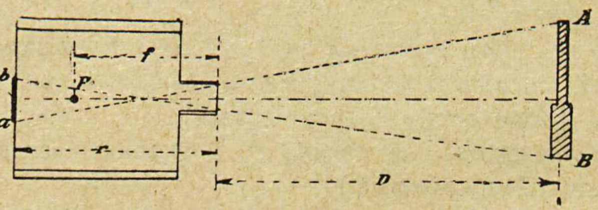
Нека је f фокусна даљина објектива. D је одстојање центра објектива од предмета који се снима; r је даљина млечног стакла од центра објектива, онда имамо по закону оптике

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{r} = \frac{1}{f} \qquad r = \frac{D \cdot f}{D - f}$$

$$r = \frac{f}{1 - \frac{f}{D}} = f\left(1 - \frac{f}{D}\right)^{-1} = f + \frac{f^2}{D} + \ldots . \qquad r - f = \frac{f^2}{D}$$

(чланови виших редова занемарују се).

Ова разлика $r - f$ креће се у границама од 0,0 mm за $D = \infty$ до 8,3 mm за $D = 5$ m. Како се терестичко фото-




Сл. 6.

снимање објеката врши обично на даљини $D = 100$ m (где је $r - f = 0{,}4$ mm) то се ова разлика $r - f$ може занемарити и узети да је $r$ константна величина.

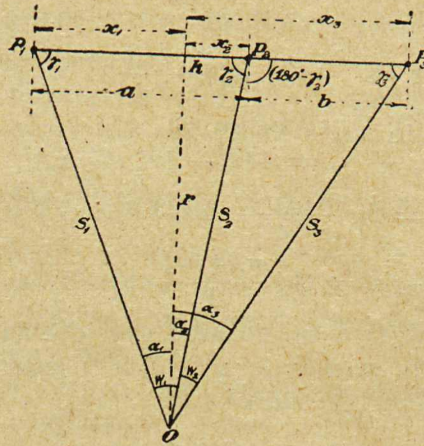
Фототеодолита има две врсте, код једних се фотографска камера не може окретати око хоризонталне осе, т. ј. млечно стакло увек је вертикално, а код других се може поставити фотографска камера (заједно са млечним стаклом) под повољним углом према вертикалној равни. Има фототеодолита код којих се дурбин састоји из објектива фотографског апарата и окулара који се налази у центру млечног стакла, а има и таквих код којих се може одвојити камера од фототеодолита и исти онда употребити као обични теодолит. У унутрашњостн камере налази се рам са зарезима, уз саму фотографску плочу. При снимању и ови зарези се пресликавају на плочи и то на крајевима главне хоризонталне и вертикалне линије.

### Одређивање одстојања r.

Одредимо сада одстојање $r_1$ од центра објектива до пројекционе равни т. ј. до равнине фотографске плоче и главне тачке.

Нека имамо тачке $P_1$ $P_2$ $P_3$ на једној правој. Углови $\alpha_1$ $\alpha_2$ $\alpha_3$ мерени су теодолитом. Одстојање *a* и *b* одмеримо на плочи. (Види слику 7.)

Да одредимо положај $k$ главне тачке и одстојање $ok = r$. Углови $\alpha_1$ $\alpha_2$ $\alpha_3$ су углови смера. Означимо углове $O P_1 P_2 = \gamma_1$ $O P_2 P_1 = \gamma_2$ $O P_3 P_2 = \gamma_3$; и стране $O P_1 = S_1$ $O P_3 = S_2$; $O P_3 = S_3$; $ok \perp P_1 P_3$.




Сл. 7.

Из троуглова $P_1$ $P_2$ $O$ и $P_2$ $P_3$ $O$ je:

$$S_2 : \operatorname{Sin} \gamma_1 = a : \operatorname{Sin} w_1 \qquad S_2 = \frac{a}{\operatorname{Sin} w_1} \operatorname{Sin} \gamma_1$$

$$S_2 : \operatorname{Sin} \gamma_3 = b : \operatorname{Sin} w_2 \qquad S_2 = \frac{b}{\operatorname{Sin} w_2} \operatorname{Sin} \gamma_3$$

$$\frac{a}{\operatorname{Sin} w_1} \operatorname{Sin} \gamma_1 = \frac{b}{\operatorname{Sin} w_2} \operatorname{Sin} \gamma_3 \qquad \frac{\operatorname{Sin} \gamma_3}{\operatorname{Sin} \gamma_1} = \frac{a}{b} \, \frac{\operatorname{Sin} w_2}{\operatorname{Sin} w_1} \quad 1.)$$

Означимо $\dfrac{\operatorname{Sin} \gamma_3}{\operatorname{Sin} \gamma_1} = \operatorname{tg} \lambda \ldots \ldots 1a)$

и напишнмо je у овом облику $\dfrac{\operatorname{Sin} \gamma_1}{\operatorname{Sin} \gamma_3} = \dfrac{1}{\operatorname{tg} \lambda} = \operatorname{ctg} \lambda$

Узмимо разлику и збир углова $\gamma_1$ и $\gamma_3$:

$$\operatorname{Sin} \gamma_1 - \operatorname{Sin} \gamma_3 \, 2 = \cos \frac{\gamma_1 + \gamma_3}{2} \operatorname{Sin} \frac{\gamma_1 - \gamma_3}{2}$$

$$\operatorname{Sin} \gamma_1 + \operatorname{Sin} \gamma_3 \, 2 = \operatorname{Sin} \frac{\gamma_1 + \gamma_3}{2} \cos \frac{\gamma_1 - \gamma_3}{2}$$ па их поделимо:

$$\frac{\operatorname{Sin} \gamma_1 - \operatorname{Sin} \gamma_3}{\operatorname{Sin} \gamma_1 + \operatorname{Sin} \gamma_3} = \frac{\cos \frac{\gamma_1 + \gamma_3}{2} \operatorname{Sin} \frac{\gamma_1 - \gamma_3}{2}}{\operatorname{Sin} \frac{\gamma_1 + \gamma_3}{2} \cos \frac{\gamma_1 - \gamma_3}{2}} =$$

$$\text{ctg}\frac{\gamma_1+\gamma_3}{2}\ \text{tg}\frac{\gamma_1-\gamma_3}{2} =$$

$$= \frac{\text{tg}\frac{\gamma_1-\gamma_3}{2}}{\text{tg}\frac{\gamma_1+\gamma_3}{2}} = \text{ctg}\,(45+\lambda) \text{ а одавде имамо}$$

$$\text{tg}\frac{\gamma_1-\gamma_3}{2} = \text{ctg}\,(45^\circ+\lambda)\ \text{tg}\frac{\gamma_1+p_3}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

Из троугла $P_1$ $P_3$ O имамо

$$\gamma_1+\gamma_3 = 180 - (w_1+w_2) \ldots\ldots \quad 3)$$

$$\text{tg}\frac{\gamma_1+\gamma_3}{2} = \text{ctg}\frac{w_1+w_2}{2} \text{ ово заменимо у 2 једн.}$$

$$\text{tg}\frac{\gamma_1-\gamma_3}{2} = \text{ctg}\frac{w_1+w_2}{2}\ \text{ctg}\,(45^\circ+\lambda) \ \ldots \quad 4)$$

Из једначине 1) и 1a) познато нам је $\lambda$ па можемо лако заменом вредности наћи $\gamma_1$ и $\gamma_3$ из 3) и 4) једначине. Из троугла $P_1$ $P_2$ O и $P_2$ $P_3$ O имамо.

$$\left.\begin{aligned}\gamma_2 = 180 - (w_1+\gamma_1) \ldots 5) \text{ и } S_1 &= \frac{a}{\text{Sin}\ w_1}\text{Sin}\gamma_2 \\ S_3 = \frac{b}{\text{Sin}\ w_2}\text{Sin}\,(180^\circ-\gamma_2) &= \frac{b}{\text{Sin}\ w_2}\text{Sin}\gamma_2\end{aligned}\right\} \ldots 6$$

Углави смера имају вредности:

$$\left.\begin{aligned}\alpha_1 &= 90-\gamma_1\\ \alpha_2 &= 90-\gamma_2\\ \alpha_3 &= 90-\gamma_3\end{aligned}\right\} \ldots 7)$$

$\alpha_1$ има знак негативан јер је лево од $\overline{\text{ок}}$.

Вредности ок = r налазимо по формули $r = S_1 \text{ Sin } \gamma_1 = S_2 \text{ Sin } \gamma_2 = S_3 \text{ Sin } \gamma_3$ . . . . . . . . . . . . . 8)
или из троугла $P_1$ $P_2$ O можемо одредити r:

$$S_1 = \frac{a\ \text{Sin}\ \gamma_2}{\text{Sin}\,(\alpha_1+\alpha_2)} \text{ ово заменимо у 8) јед. па је}$$

$$r = a\ \frac{\text{Sin}\ \gamma_2\ \text{Sin}\ \gamma_1}{\text{Sin}\,(\alpha_1+\alpha_2)} \text{ и кад узмемо допуне до } 90^\circ \text{ је}$$

$$r = \frac{a \cos\alpha_2 \cos\alpha_1}{\text{Sin}\,(\alpha_1+\alpha_2)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 9)$$

Из $\triangle$ $P_2$ $P_3$ O имамо да је,

$$S_3 = \frac{b\ \text{Sin}\ \gamma_2}{\text{Sin}\,(\alpha_3-\alpha_2)} \text{ онда је}$$

$$r = \frac{b\ \text{Sin}\ \gamma_2\ \text{Sin}\ \gamma_3}{\text{Sin}\,(\alpha_3-\alpha_2)} = \frac{b \cos\alpha_2 \cos\alpha_3}{\text{Sin}\,(\alpha_3-\alpha_2)} \quad \ldots \quad 10)$$

Уместо функција углова $\gamma_1$ $\gamma_2$ $\gamma_3$ узели смо кофункције углова $\alpha_1$ $\alpha_2$ $\alpha_3$.

За одређивање главне тачке k треба одредити координате:

$$\left.\begin{aligned} k\,P_1 &= X_1 = S_1\ \mathrm{Sin}\ \alpha_1 = r\ \mathrm{tg}\ \alpha_1 \\ k\,P_2 &= X_2 = S_2\ \mathrm{Sin}\ \alpha_2 = r\ \mathrm{tg}\ \alpha_2 \\ k\,P_3 &= X_3 = S_3\ \mathrm{Sin}\ \alpha_3 = r\ \mathrm{tg}\ \alpha_3 \end{aligned}\right\} \quad .\ .\ .\ .\ .\ .\ 11)$$

Ове вредности имаће предзнак + десно а — лево од $\overline{\text{ок}}$ као и углови $\alpha_1$ $\alpha_2$ $\alpha_3$.

Тако смо помоћу углова $\alpha_1$ $\alpha_2$ $\alpha_3$ нашли формуле за одређивање главне тачке k и одстојања r. —

## Ректификација фототеодолита.

Ректификација фототеодолита врши се исто као и ректификација осталих теодолита само се још има да изврши ректификација фотографске камере. Ове камере морају задовољавати следеће услове:

1.) Млечно стакло мора при хоризонталном положају лимба лежати у вертикалној равни.

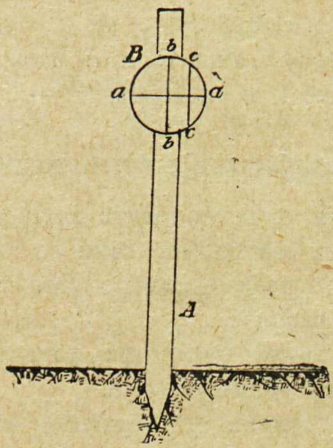
2.) Оптичка осовина фотографске камере (правац који спаја центар објектива са центром млечног стакла) мора бити хоризонтална и нормална на раван млечног стакла и паралелна оптичкој осовини дурбина теодолита кад нониус вертикалног круга стоји на нули.

Испуњавање *првог услова* врши се овако: Поставимо хоризонтално фотографску камеру и поред ње нивелир летву вертикално. На одстојању од 20—30 m поставимо ректификовани нивелмански инструмент. Фотографску камеру поставимо тако, да би поделе летве биле видљиве у млечном стаклу као у огледалу. Извршимо читање на летви па онда на слици летве у млечном стаклу, па ако су оба читања једнака онда је млечно стакло вертикално. Ако то није случај онда се оно поставља у вертикални положај корекционим завртњима.

Ову ректификацију можемо извршити и помоћу виска и и његове слике у млечном стаклу. Ако је млечно стакло вертикално онда ће конац виска и његова слика у млечном стаклу бити паралелни.

Задовољење *другог услова* врши се овако: Узмимо да је дурбин са стране фотографске камере. Поставимо лимбус у хоризонтални положај. Вертикални лимбус доведимо на нулу. На одстојању од 50 m од инструмента поставимо једну марку (Види слику 8.)

На штапу А налази се плоча В кружног облика, коју можемо померати по штапу горе и доле. У центру круга секу се црте а а и b b. Поред црте b b налази се црта с с на одстојању које је једнако одстојању између центра објектива фотографске камере и центра објектива дурбина. Као што смо рекли камера се налази лево од теодолита.




Сл. 8.

Пошто смо поставили марку В вертикално помоћу виска онда навизирамо дурбином на марку тако, да се кончанични крст поклопи са пресеком црта а а и b b померањем марке у вертикалном смислу а дурбина у хоризонталном. Затим померањем камере десно и лево око вертикалне осе дурбина, гледамо кроз окулар на млечном стаклу да ли слика центра марке остаје на хоризонталном концу и да ли се поклапа са зарезима на раму, који означавају главну хоризонталну линију.

Ако нема окулара на млечном стаклу, онда на њему урежемо главну хоризонталну и вертикалну линију и онда извршимо ректификацију,

Ако се дурбин теодолита налази испод или изнад фотографске камере, ректификација се врши на исти начин, само није таде потребна вертикална црта с с на марки Б.

— Наставиће се —