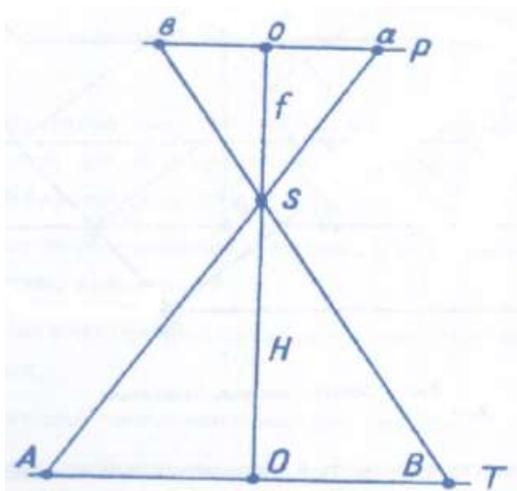


Расчетно-графические работы.

Все работы можно выполнять в распечатанном виде «от руки» и в программных продуктах, сдавать сканы или в pdf прикрепляя к соответствующему заданию во вкладке «Задания» Обращайте внимание на сроки выполнения!

Элементы центральной проекции

Изображение предметов и объектов местности на аэрофотоснимке строится по законам центральной проекции. Проектирование элементарных точек объекта на избранную поверхность с помощью лучей, сходящихся в одной точке, называется центральной проекцией. При этом лучи называются проектирующими, а точка, в которой они сходятся, - центром проекции. Совокупность лучей, при помощи которых осуществляется проектирование, называется связкой проектирующих лучей, а их общая точка (центр проекции) — узлом связки. Проектирование объекта на одну плоскость с помощью одного центра проекции создает линейную перспективу данного объекта.



Примером центральной проекции является получение одиночного снимка в процессе выполнения аэрофотосъемки местности. На рис. ←приведена схема центральной проекции, которую можно рассматривать и как схему получения одиночного снимка при аэрофотосъемке, где S-центр проекции (центр объектива аэрофотоаппарата) Aa, Bb, Oo- проектирующие лучи, при условии $Oo \perp P(T)$, тогда $So=f$ - фокусное

расстояние аэрофотоаппарата (АФА), $SO=H$ – высота фотографирования, АВ- отрезок в предметной плоскости Т (отрезок на местности), ав- проекция отрезка АВ в картинной плоскости Р (на аэроснимке).

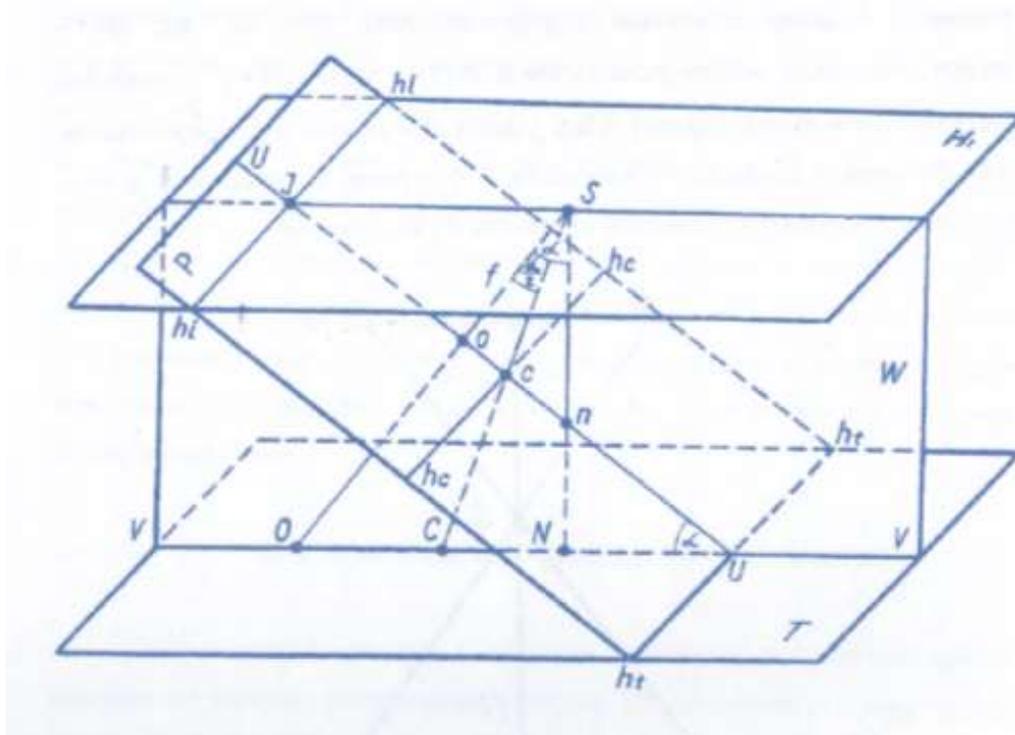
Схема центральной проекции при условии, когда картинная плоскость Р параллельна предметной плоскости Т, а изображение ее (схемы) дано в вертикальной плоскости, достаточно проста. В случае, когда картинная плоскость Р не параллельна предметной плоскости Т, а изображение центральной проекции дано в некоторой

перспективе, схема приобретает более сложный вид. В общем виде элементы центральной проекции представлено на рис.↓, где:

T- предметная плоскость (соответствует горизонтальному участку местности);

H_i -плоскость действительного горизонта, проходит через центр проекции S и параллельна предметной плоскости T;

W- плоскость главного вертикала, проходит через центр проекции S перпендикулярно к предметной T, к картинной P плоскостям и плоскости действительного горизонта H_i ;



P- картинная плоскость, соответствует положению аэрофотоснимка в момент фотографирования;

S- центр проекции;

SO- главный оптический луч АФА, лежит в плоскости W и перпендикулярен плоскости P;

So- главное расстояние, соответствует фокусному расстоянию f АФА;

SN- высота центра проекции над предметной плоскостью, соответствует высоте фотографирования в процессе аэрофотосъемки, лежит в плоскости W;

α - угол наклона плоскости P к T, или угол отклонения главного оптического луча SO от отвесной SN, соответствует углу наклона аэрофотоснимка в момент экспозиции;

c- точка нулевых искажений, образована в результате пересечения биссектрисы угла α с плоскостью P;

o- главная точка картинной плоскости и соответствует главной точке аэрофотоснимка;

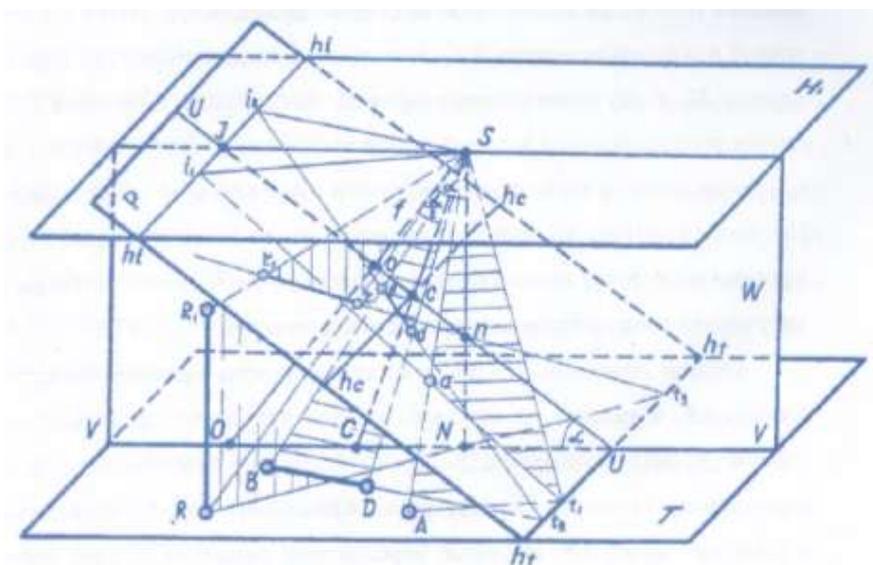
n-точка надира- пересечение прямой SN с плоскостью P;

VV - линия направления съемки- след плоскости W в плоскости T (линию VV нельзя отождествлять с направлением оси съемочного маршрута);
 UU - главная вертикаль – след плоскости W в плоскости P ;
 $h_t h_t$ - пересечение плоскостей P и T ;
 $h_i h_i$ - линия истинного горизонта- след плоскости H_i на плоскости P , линия $h_i h_i$ является геометрическим местом точек схода перспектив всех горизонтальных прямых;
 I -главная точка схода (пересечение главной вертикали UU с линией истинного горизонта $h_i h_i$), I является главной точкой схода всех прямых, идущих параллельно линии направления съемки VV ;
 $h_c h_c$ - линия неискаженных масштабов- горизонталь, проходящая через точку s плоскости P . Масштаб перспективного аэрофотоснимка по линии $h_c h_c$ равен масштабу горизонтального (главного), сфотографированного с той же высоты;
 Точки I, O, c, n находятся в плоскости P на главной вертикали. Отстояния главной точки схода I , точки нулевых искажений s и точки надира n от главной точки o выражаются следующими формулами:

$$\begin{aligned}
 oI &= f \cotan \alpha \\
 oc &= -f \tan \frac{\alpha}{2} \\
 on &= -f \tan \alpha
 \end{aligned}$$

Расчетно-графическая работа № 1. Построение перспектив точек и отрезков в картинной плоскости

Работа состоит из трех заданий. Построения выполняются на чертеже, приведенном ниже, в электронном виде и в дальнейшем прикладываются к соответствующему заданию на вкладке «Задания» Можно распечатать бланк и выполнить работу «от руки»,



в дальнейшем отсканировать или сфотографировать и приложить к заданию. Местоположение точек и отрезков, а также направление горизонтального отрезка студентом определяются

самостоятельно, ориентируюсь на рисунок ↓ с примером выполнения работы. Плоскости, ограниченные исходными отрезками и проектирующими лучами, должны быть заштрихованы карандашом, при этом карандашные линии вычерчиваются параллельно исходному отрезку с промежутком 2-3 мм.

Задание 1. Построить перспективу точки A в картинной плоскости P , заданную в предметной плоскости T .

Для выполнения задания требуются дополнительные построения, которые заключаются в следующем:

1. Из точки A на линию $h_t h_t$ проводим *произвольное* направление At_1 .
2. Из центра проекции S в плоскости H_i проводим отрезок Si_1 , параллельный отрезку At_1 . Если точка i_1 уходит за пределы плоскости P , линию $h_i h_i$ следует продолжить.
3. Точку i_1 соединяем с точкой t_1 , а центр проекции S с точкой A . Поскольку через две параллельные прямые Si_1 и At_1 можно спроектировать только одну плоскость (в данном случае это плоскость, в которой находятся точки S, i_1, t_1, A), а отрезки SA и $i_1 t_1$, находятся в картинной плоскости P . Таким образом полученная точка a является проекцией точки A .

Общим правилом для построения перспектив является проектирование плоскостей, в каждой из которых должна находиться исходная точка или отрезок и центр проекции S . Кроме того, при построении перспективы вертикального отрезка в проектируемой плоскости должна также находиться и отвесная линия SN . Искомые перспективы лежат на линиях пересечения спроектированных плоскостей с плоскостью P . При этом, местом перспективы точки и концов отрезков являются пересечения их проектирующих лучей из центра проекции S с линиями пересечения плоскости.

Задание 2. Построить перспективу отрезка BD в картинной плоскости P , заданного в предметной плоскости T .

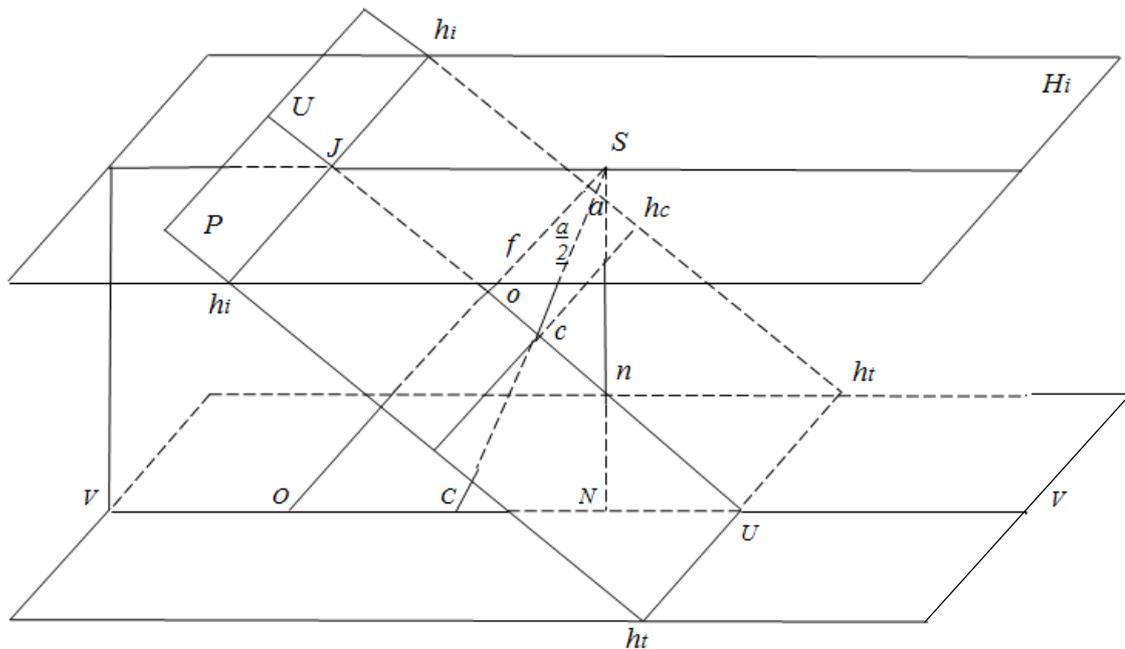
1. На продолжении отрезка BD в плоскости T находим точку t_2 .
2. В плоскости H_i из центра проекции S проводим отрезок Si_2 , параллельный отрезку Bi_2 . Полученный отрезок является линией пересечения, спроектированной по точкам B, t_2, S и i_2 , плоскости с картинной плоскостью P .
3. Проведя проектирующие лучи SB и SD , на их пересечении с отрезком $i_2 t_2$ получим перспективу отрезка BD или отрезок bd , являющийся перспективой в плоскости P заданного отрезка в предметной плоскости T .

Задание 3. Построить перспективу вертикального отрезка RR_1 в картинной плоскости P , заданного в предметной плоскости T .

Проектирующую плоскость находим следующим образом:

1. Из точки R (основание отрезка) через точку N проводим прямую до пересечения с основанием картинной плоскости $h_i h_i$ в точке t_3 . В плоскости P из точки t_3 через точку надира n проводим прямую. Эта прямая и является линией пересечения спроектированной плоскости Rt_1SR_1 с плоскостью P . Проектирующие лучи SR и SR_1 на линии пересечения плоскостей образуют отрезок rr_1 , который и является перспективой вертикального отрезка RR_1 , заданного в плоскости T .

Работа выполняется на чертеже ↓ (необходимо добавить отсутствующие подписи некоторых элементов)



Расчетно-графическая работа № 2. Геометрический анализ одиночного аэрофотоснимка

Работа состоит из нескольких заданий. Варианты исходных данных даны к каждому заданию. Работу можно выполнять на отдельных листах, затем приложить сканы к заданию. Все построения выполняются на одном чертеже. На листе наносят квадрат с размерами 18*18 см (аналог аэрофотоснимка) Все дополнительные построения должны быть стерты перед сдачей задания.

Исходные данные:

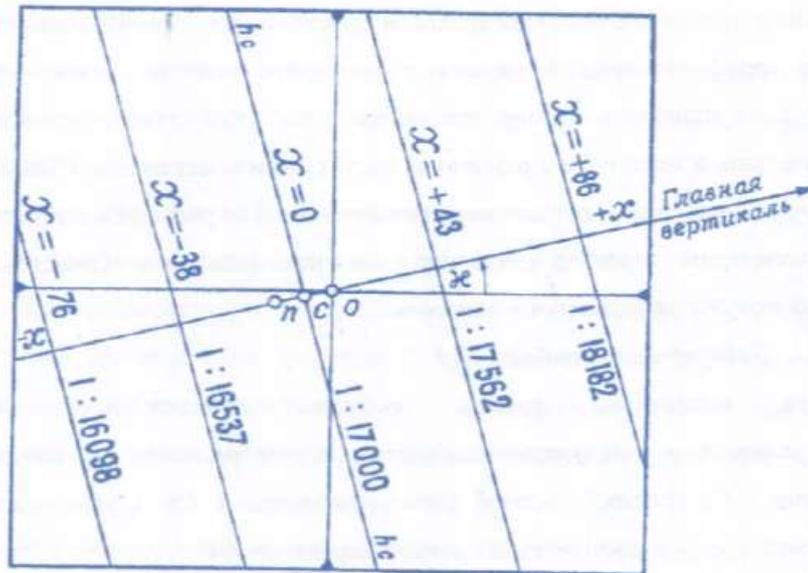
$$\alpha = 5^\circ;$$

$$f = 70 \text{ мм};$$

$m = 17\,000$;
 $H = 1190$ м;
 $\alpha = 3^\circ$.

Задание 1. Рассчитать местоположение и на нести на аэроснимок главную точку (о), точку нулевых искажений (с) и точку надира (п). Формулы для расчета положения точек приведены в лабораторной работе №1.

1. Остро отточенным карандашом, соединив координатные метки, находим главную точку снимка о.
2. Через главную точку о под углом α к линии, соединяющей горизонтальные координатные метки, проведем прямую xx . Угол α откладываем против хода часовой стрелки. Полученное направление xx является главной вертикалью. Положительное направление на чертеже отмечено стрелкой.
3. В обратном направлении от точки о по главной вертикали наносим точку нулевых искажений с и точку надира п. Для вычисления расстояний ос и оп воспользуйтесь формулами из предыдущей работы.



Задание 2. Определить изменение масштаба аэрофотоснимка, вызванного его наклоном.

Значения горизонталей определяются для пяти горизонталей, проведенных на аэроснимке. В их число включается линия неискаженных масштабов $h_c h_c$ – горизонталь, проходящая через точку с, т.е. $x=0$. Остальные четыре горизонталю проводятся параллельно первой ($h_c h_c$) примерно на равном расстоянии друг от друга. При этом две из них – слева от $h_c h_c$ (с отрицательным значением x), а две – справа (с положительными значениями x)

Точные значения для каждой горизонтали (до 1 мм) измеряются после их проведения. Этим определяется вариантность задания 2. Основная формула:

$$\frac{1}{m_h} = \frac{f}{H} \left(1 - \frac{x}{f} \sin \alpha\right)$$

Рабочая формула:

$$m_h = \frac{H}{f \left(1 - \frac{x}{f} \sin \alpha\right)}$$

Результаты вычислений знаменателя масштаба m_h для каждой горизонтали заносятся в таблицу (пример ↓)

Вычисление знаменателя масштаба горизонталей

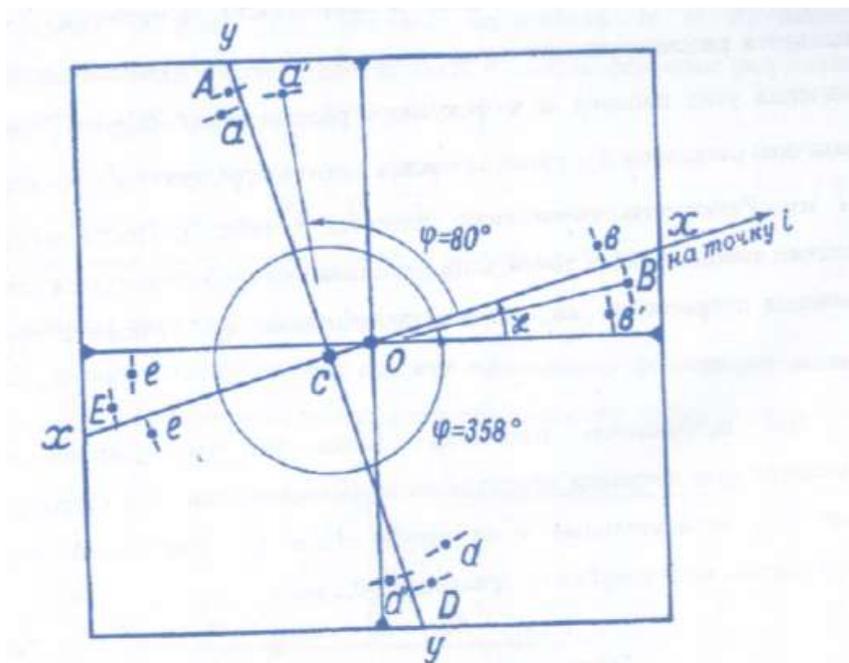
x , мм	$x \frac{\sin \alpha}{f}$	$1 - \frac{x}{f} \sin \alpha$	$f \cdot \left(1 - \frac{x}{f} \sin \alpha\right)$, мм	m_h
1	2	3	4	5
+ 86	+ 0,065	0,935	65,45	18182
+ 43	+ 0,032	0,968	67,76	17562
0	0	1	70,00	17000
-38	- 0,028	1,028	71,96	16537
- 76	-0,56	1,056	73,92	16098

По результатам вычислений проанализировать формулу расчета значения масштаба

$$\frac{1}{m_h} = \frac{f}{H} \left(1 - \frac{x}{f} \sin \alpha\right)$$

Задание 3. Определение смещений точек аэроснимка за угол его наклона.

Точки студентом определяются самостоятельно. Точки выбираются на расстоянии 1,5-2 см от края аэроснимка вблизи осей координат (xx , yy), подписываются и оформляются, как показано на рис. ↓



Расстояния между одноименными точками 2-3 см, а углы между отрезками Аа и Аа', Вв и Вв' и т.д. должны быть примерно равны 90°
Рабочая формула:

$$\delta_{\alpha} = -\frac{r_c^2 \sin \alpha \cos \varphi}{f}$$

Где δ_{α} - смещение точки за наклон снимка;

r_c - расстояние (в мм) от с до соответствующей точки.

Угол φ измеряется транспортиром от положительного направления оси xx против хода часовой стрелки до направления из с на соответствующую точку.

В зависимости от четверти, в которой находится точка, величина угла φ определяет знак $\cos \varphi$ Величина смещения δ_{α} точки за наклон снимка определяется с точности до 0,1 мм. Результаты вычислений заносят в таблицу (пример↓)

Определение смещений в положение точек
аэрофотоснимка за угол его наклона

№№ точек	r_c , мм	φ^0	$\cos \varphi$	δ_{α} , мм
1	2	3	4	5
A	82	95	-0,087	+0,4
A	78	100	-0,174	+0,8
a'	69	80	+0,174	-0,6
B	77	358	+0,999	-4,4
и т.д.				

После вычисления величин смещения всех точек, в их положение на снимке вводят поправки. Значения поправок те же, что величина δ_{α} , но с обратным знаком. Для исправления положения точки за

угол наклона снимка положительные поправки вводятся по направлению оси xx в сторону точки схода i , отрицательные - от точки схода i .

Положение точек не исправляется, если ошибки не превышают 0,2 мм. Исправленное положение точек обозначаются кружком диаметра 1 мм.

По результатам вычислений проанализировать рабочую формулу.

Задание 4. Смещение точек на аэроснимке за рельеф местности.

Для выполнения этого задания необходимо подготовить новый чертеж (квадрат 18*18 см). Исходные данные те же, кроме угла наклона $\alpha=0^\circ$.

Рабочая формула:

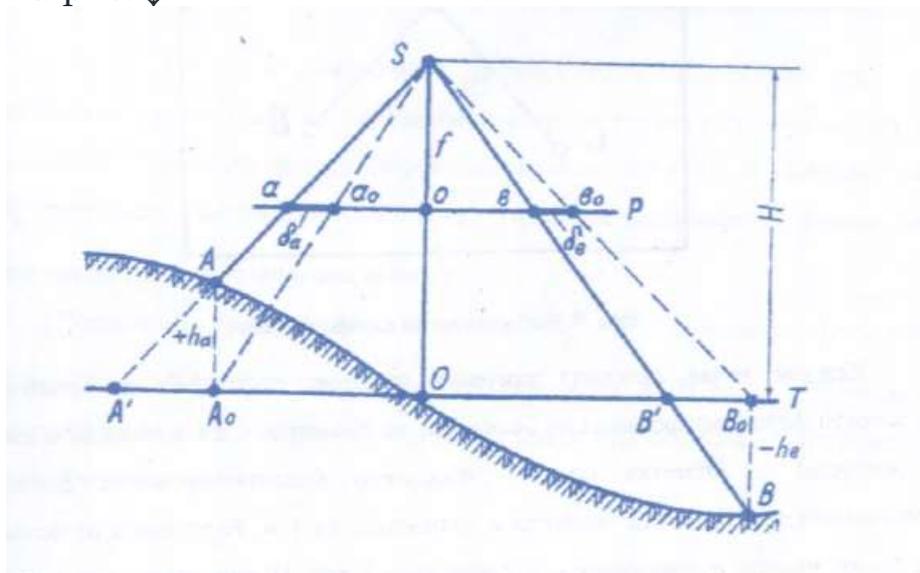
$$\delta_h = \frac{rh}{H} = \frac{rh}{fm}$$

Где δ_h - смещение точки на аэроснимке за рельеф местности;

r - расстояние от точки надира n ;

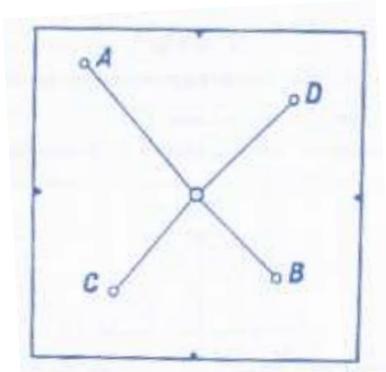
h - превышение точки над средней плоскостью фотографирования.

Схема получения одиночного снимка при аэрофотосъемке показана на рис. ↓



Так как по условию задания $\alpha=0^\circ$, то главная точка аэроснимка o , точка нулевых искажений s и точка надира n совмещаются.

Следовательно, можно принимать главную точку снимка за точки s и n .



Для выполнения задания на чертеже в разных его частях и на различных расстояниях от центра намечают четыре точки A, B, C, D ↓

Каждой точке придают значения отметок в соответствии с вариантом из таблицы, как и отметку средней плоскости. Вариант выбирают по первой букве фамилии.

Расстояния от точки надира измеряются с

точностью 1 мм.

Вычисления смещения точки на аэроснимке за рельеф местности δ_h выполняется с точностью до 0,1 мм.

Записи делаются в

ведомости ↓

Смещения точек на аэрофотоснимке, вызванные рельефом местности

Наименование точек	Отметки точек на местности $A, \text{ м}$	Превышения точек над средней плоскостью $h = A_n - A_{\text{ср.}}, \text{ м}$	Расстояние от точки надира $r, \text{ мм}$	Смещение $\delta_h, \text{ мм}$
A	255	+75	71	+4,5
B	103	-77	45	-2,9
Ср. пл.	180	0	0	0
C	142	-38	74	-2,4
D	206	+26	79	+1,7

По результатам вычислений проанализировать рабочую формулу. Установить, какие значения принимают смещения точки, когда они находятся на средней плоскости фотографирования, а так же при $r=0$. В каких случаях δ_h принимает максимальную величину. По каким направлениям происходят смещения точек и от чего они зависят.

Установить зависимость значения δ_h от величины фокусного расстояния АФА f и высоты фотографирования H . В связи с этим дать рекомендации по выполнению аэрофотосъемки для создания контурного и рельефного топографических планов.

Высоты точек

№ варианта	H_A	H_B	H_C	H_D	Ср. отметка плоскости
1	184	136	148	172	150
2	210	136	158	187	160
3	230	156	120	200	170
4	240	148	110	220	180
5	250	180	156	245	190

6	278	198	186	236	200
7	282	200	136	158	210
8	185	137	149	173	150
9	211	137	159	188	160
10	231	157	121	201	170
11	241	149	111	221	180
12	251	181	157	246	190
13	279	199	187	237	200
14	283	203	137	159	210
15	183	135	147	171	150
16	209	135	157	186	160
17	229	155	121	199	170
18	239	147	111	221	180
19	251	181	157	244	190
20	277	197	185	235	200
21	281	200	135	157	210
22	185	136	147	172	150
23	212	135	158	186	160
24	230	150	120	200	170
25	243	149	110	220	180
26	250	189	156	245	190
27	278	198	180	236	200
28	282	205	136	158	210
29	184	134	148	172	150
30	212	136	158	187	160
31	230	153	120	200	170
32	244	148	110	220	180
33	250	180	156	247	190
34	278	198	186	236	200
35	282	205	136	158	210
36	187	136	148	172	150
37	210	136	158	187	160
38	230	156	120	200	170
39	241	148	110	220	180
40	255	185	156	245	190
41	278	199	188	236	200
42	283	200	136	154	210

Расчетно-графическая работа № 3. Камеральное дешифрирование аэрофотоснимков

Основная задача дешифрирования- распознавание объектов местности, изобразившихся на аэрофотоснимках, определение их качественных и количественных характеристик, а так же вычерчивание полученных результатов *в условных знаках*, применяемых при создании карт и планов. Камеральное дешифрирование производится в лабораторных условиях. Преимущество этого метода в его экономической эффективности. При этом анализ фотоизображения снимков проводится в условиях тщательного и детального изучения изобразившихся объектов местности с применением простых и сложных стационарных приборов. Используются различные палетки, измерительные лупы, стереоскопы, стереофотограмметрические приборы. (Студенты, владеющие специализированными программными продуктами, могут выполнять работу с их помощью) Камеральное дешифрирование выполняют с привлечением дополнительных материалов (топографические карты, отдешифрированные в поле снимки местности, материалы лесотаксации, атласы и планы дорожной сети, схемы энергетических объектов и прочее).

Задание. Определение прямых и косвенных дешифровочных признаков. Контурное дешифрирование.

Для выполнения работы требуется скачать и распечатать один из снимков. Снимки расположены в папке «Дешифрирование» на вкладке «Файлы» в папке дисциплины. Номер снимка-номер варианта согласно номеру в списке группы.

Порядок выполнения работы:

1. В пределах рабочей площади тщательно и детально изучается изобразившаяся на снимке ситуация местности.
2. Выбираем *характерные* для данного аэроснимка объекты местности, нумеруем и записываем в журнал. Номера объектов на копии снимка и в журнале должны совпадать. (Не требуется дешифрировать все объекты, но минимум по одному объекту каждого типа должно быть- река, лес, жилой квартал и т.д.)
3. Для каждого выбранного объекта определяют прямые и косвенные дешифровочные признаки и записывают в журнал. Степень надежности дешифрирования каждого объекта в процентах определяется студентом самостоятельно и записывается в последнюю графу числом от 1 до 100
4. В пределах рабочей площади аэрофотоснимка выполняют сплошное камеральное дешифрирование, результаты которого вычерчивают на кальке в условных знаках для топографических карт и планов масштаба 1: 5000 При вычерчивании используются шариковые или капиллярные ручки трех цветов: для основной ситуации- черный цвет, для

