



Министерство образования и науки Самарской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области

«САМАРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»
(ГБПОУ «СЭК»)

Н. П. Герусова

ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 21.02.08
Прикладная геодезия

Самара 2016

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине *Основы дистанционного зондирования и фотограмметрия* для студентов специальности 21.02.08 *Прикладная геодезия*/ авт. Герусова Н.П. – Самара: ГБПОУ «СЭК», 2016 – 18 с.

Издание содержит методические указания к выполнению и оформлению лабораторных работ по дисциплине *Основы дистанционного зондирования и фотограмметрия*. Составлено в соответствии с требованиями ФГОС по специальности 21.02.08

Рассмотрено и рекомендовано к изданию методическим советом ГБПОУ «СЭК» (протокол № 3 от 22.11.2016г.)

Рецензент:

Попова Н.М. – инженер II категории по сопровождению ПО ООО «ГСИ – Самара»

Замечания, предложения и пожелания направлять в ГБПОУ «Самарский энергетический колледж» по адресу: 443001, г. Самара, ул. Самарская 205-А или по электронной почте info@sam-ek.ru

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина ОП.03 *Основы дистанционного зондирования и фотограмметрия* согласно учебному плану изучается на III курсе специальности 21.02.08 *Прикладная геодезия*. Лабораторные работы, являющиеся частью обязательной аудиторной нагрузки обучающихся, предназначены для приобретения ими определённых практических навыков. Позволяют расширить, углубить и закрепить знания по наиболее важным разделам курса, прививают умение самостоятельно работать с аэрокосмическими снимками и специальной литературой. В конечном итоге дают возможность будущему геодезисту научиться понимать все особенности работы на аэрофотогеодезических предприятиях.

Основная цель методических указаний к выполнению лабораторных работ – ознакомить и научить студентов работать с аэрокосмическими снимками, а также обрабатывать данные по аэроснимкам. Самостоятельно выполняя предлагаемые задания, студенты должны ознакомиться с общими теоретическими представлениями по темам, привлечь необходимые для выполнения источники рекомендуемой литературы. Основными пособиями по данному курсу служат учебники «Фототопография» (авторы П.Д. Гук и В.В. Прудников) и «Топографическое дешифрирование снимков» (авторы Л.А. Головина и Д.С. Дубовик).

При изучении отдельных тем возможно обращение и к другим учебным пособиям, указанным в списке литературы.

Максимальная учебная нагрузка при изучении дисциплины ОП. 03 *Основы дистанционного зондирования и фотограмметрия* составляет 139 часов. Из них на обязательную аудиторную учебную нагрузку отводится 96 часов, в том числе на лабораторные работы – 36 часов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен *уметь*:

- работать с приборами и системами для фотограмметрической обработки материалов аэро- и космической съёмки и данных дистанционного зондирования Земли;

знать:

- теоретические основы фотограмметрии;
- основные фотограмметрические приборы и системы;
- методы и технологии выполнения аэросъёмочных работ и дистанционного зондирования;
- методы и технологии обработки видеoinформации, аэро- и космических снимков и данных дистанционного зондирования Земли.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Каждый студент выполняет лабораторные работы в соответствии с номером варианта, который выбирается в соответствии с порядковым номером фамилии в списке учебного журнала.

Все практические работы сдаются в отдельных файлах в папке-сборнике вателе.

Каждую новую лабораторную работу необходимо оформлять с нового листа. Шрифт - обычный курсив. Размещение на листе – строго в штампах. Рекомендуемые интервалы: отступ от рамки сверху – 1 см, слева – 1 см, снизу – 1 см, справа – 0,5 см, красная строка – 2,5 см.

Не допускается выполнять лабораторные работы машинописным текстом, переписывать книжный текст, копировать рисунки на кальку или снимать копии при помощи оргтехники, использовать корректор.

Для выполнения лабораторных работ студенту необходимы следующие материалы и принадлежности:

1. Тетрадь для решения практических работ (допускается тетрадь, где записываются лекции по дисциплине);
2. Карандаш для черчения;
3. Гелевая ручка с черными чернилами;
4. Линейка;
5. Ластик;
6. Транспортёр;
7. Вычислительная техника с тригонометрическими функциями (\sin , \cos , tg , ctg).

Лабораторная работа 1

Ознакомление с устройством АФА и его принадлежность

Цель работы: изучить устройство аэрофотоаппарата и типы затворов, а также объективов.

При аэрофотосъемке используются следующие типы затворов:

1. Центральный - наиболее популярный вид затвора, состоящий из ряда (6-8) накладывающихся друг на друга металлических пластинок, вращающихся около наружной оправы объектива. При открытии затвора эти пластинки получают вращательное движение, освобождая сначала центральную часть объектива, а затем и его края, после чего снова закрывают объектив.
2. Шторный - перед светочувствительным материалом (фотопленкой) пробегает шторка с вырезом посередине, которая пропускает в этот момент лучи.
3. Жалюзный - объектив закрывается рядом взаимно параллельных тонких пластинок, которые при открытии затвора становятся на свои ребра, и в промежутке между ними проходят световые лучи.



Рисунок 1– Устройство аэрофотоаппарата

При точных аэрофотосъемочных работах употребляются только центральные затворы, не дающие искажений изображения, присущих шторному затвору.

Существуют два вида объективов:

1. Простые
2. Сложные

В аэрофотосъемке применяются сложные объективы, которые дают качественное подробное изображение, к ним относятся:

1. Апланаты
2. Анастигматы

Недостатки простого объектива:

1. Сферическая абберация – нерезкость изображения в центре;
2. Астигматизм – нерезкость по краям;
3. Хроматическая абберация – неправильное окрашивание предмета;
4. Дисторсия – изображение прямой получается в виде дуги (вогнутой или выпуклой).

Характеристики объективов:

1. Относительные отверстия – число, показывающее сколько раз действительное отверстие объектива укладывается в его фокусном расстоянии;
2. Фокусное расстояние
 - короткофокусное (от 50-70, 100 мм);
 - среднефокусное (150,200,500 мм);
 - длиннофокусное (до 1 м).
3. Светосила (мощность) светового потока;
4. Поле и угол зрения изображения.

Лабораторная работа 2

Изготовление накидного монтажа. Оценка качества залета.

Цель работы: Научиться составлять накидной монтаж и производить оценку качества залета с подсчетом продольного и поперечного перекрытия.

Задачи:

1. Изучить требования к лётно-съёмочным работам
2. Составить накидной монтаж по предложенному варианту пар аэроснимков
3. Подсчитать процент продольного и поперечного перекрытия то есть произвести оценку качества залета.

Инструменты для выполнения работы:

1. Комплект пар аэроснимков
2. Инженерный калькулятор
3. Тетрадь
4. Ручка, карандаш, линейка

Выполнение лабораторной работы

Требования к лётно-съёмочным работам:

- самолет должен лететь с постоянной скоростью;
- угол наклона (α) не должен превышать более 3° при плановой съёмке для цели картографирования;
- при (α) более 3° съёмка называется перспективной и применяется при решении специальных задач;
- высота постоянна, допустимое расхождение ± 25 м;
- самолет должен лететь параллельно и прямолинейно заданному маршруту, для сохранения % продольного и поперечного перекрытия;
- вибрация должна быть удалена полностью, во избежание смазывания изображения;
- необходимо учитывать силу ветра для нахождения путевой скорости самолета.

Составление накидного монтажа

Преподавателем выдается комплект пар аэроснимков (рис. 2) (размер снимка 18*18 см, все снимки имеют определенную нумерацию).

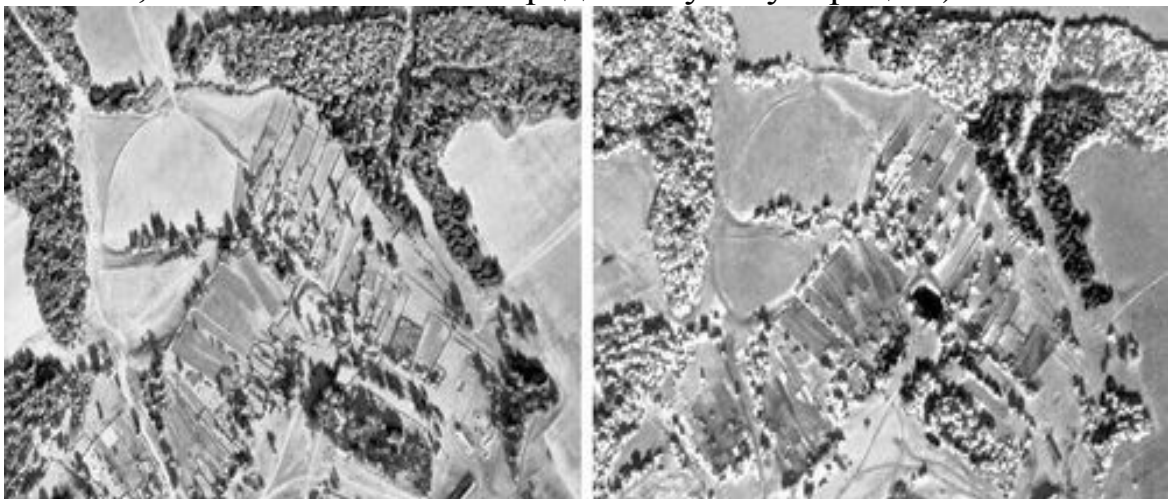


Рисунок 2 Комплект пар аэроснимков

Составляется накидной монтаж:



Рисунок 3 – Составление накидного монтажа

Пояснение:

Накидной монтаж – это наложение перекрывающихся снимков друг на друга в определенной последовательности.

После составления накидного монтажа (рис.4), подсчитывается продольное и поперечное перекрытие:

- Продольное перекрытие снимков – это взаимное перекрытие снимков одного маршрута. Величина продольного перекрытия вычисляется по формуле:

$$P_x = \frac{L_x}{L} * 100\%$$

- Величина продольного перекрытия должна быть более 50 %, для того чтобы обеспечить возможность получения тройного перекрытия снимков. Величина продольного перекрытия может быть 60, 70, 80 или 90%.
- Расстояние между соседними точками фотографирования называются базисом фотографирования B_x .
- Поперечное перекрытие снимков – это перекрытие снимков соседних маршрутов. Величина поперечного перекрытия вычисляется по формуле:

$$P_y = \frac{L_y}{L} * 100\%$$

- Минимальное поперечное перекрытие допускается 20 %. Стандартное 40 %.

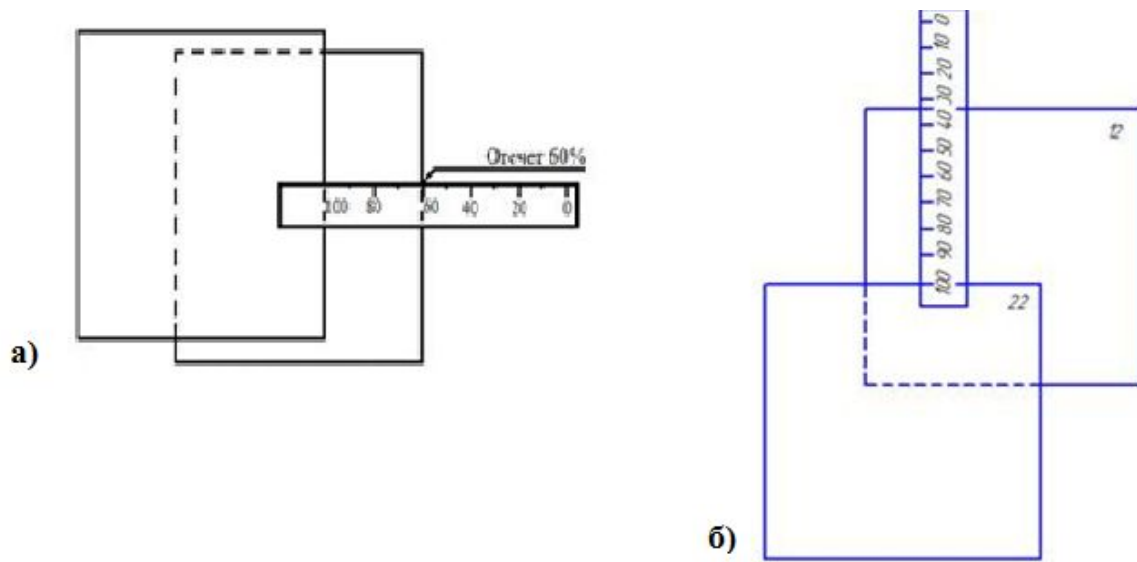


Рисунок 4 – Перекрытие снимков

а) поперечное перекрытие б) продольное перекрытие

После определения процента перекрытия, определяют прямолинейность маршрута:

Определение непрямолинейности аэросъемочных маршрутов. Соблюдение прямолинейности маршрутов полета необходимо для упрощения фотограмметрических работ.

Для определения непрямолинейности (рис. 5) используют рулетку и обычную линейку. Ленту рулетки натягивают между правыми верхними углами крайних снимков маршрута. По шкале рулетки измеряют его длину L . Затем выбирают в маршруте снимок, верхний край которого наиболее удален от ленты, и линейкой измеряют так называемую стрелку прогиба — l

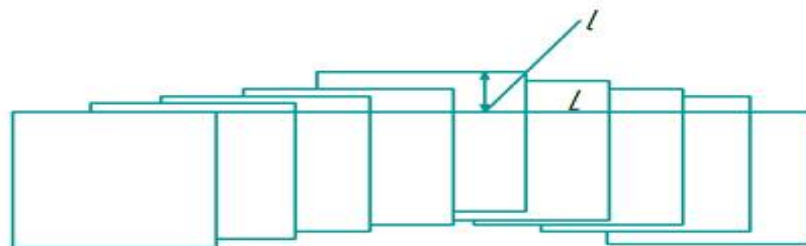


Рисунок 5 – Непрямолинейность маршрута

Процент непрямолинейности съемочного маршрута U определяют для каждого залета по формуле:

$$U = \frac{l}{L} \cdot 100$$

Оценка принята следующая:

1% - отлично,

2% - хорошо,

3% - удовлетворительно.

Лабораторная работа 3

Решение задач по теории линейной перспективы.

Цель работы: Изучить связь основных точек аэроснимка с элементами ориентирования и научиться определять положение главных точек аэроснимка по данным.

Задачи:

1. Изучить связь основных точек аэроснимка;
2. Изучить элементами ориентирования;
3. Научиться определять положение главных точек аэроснимка по данным.

Инструменты для выполнения работы:

1. Тетрадь;
2. Инженерный калькулятор;
3. Ручка, карандаш, линейка.

Выполнение лабораторной работы

1. Основные точки линии и плоскости аэроснимка(рис.6)

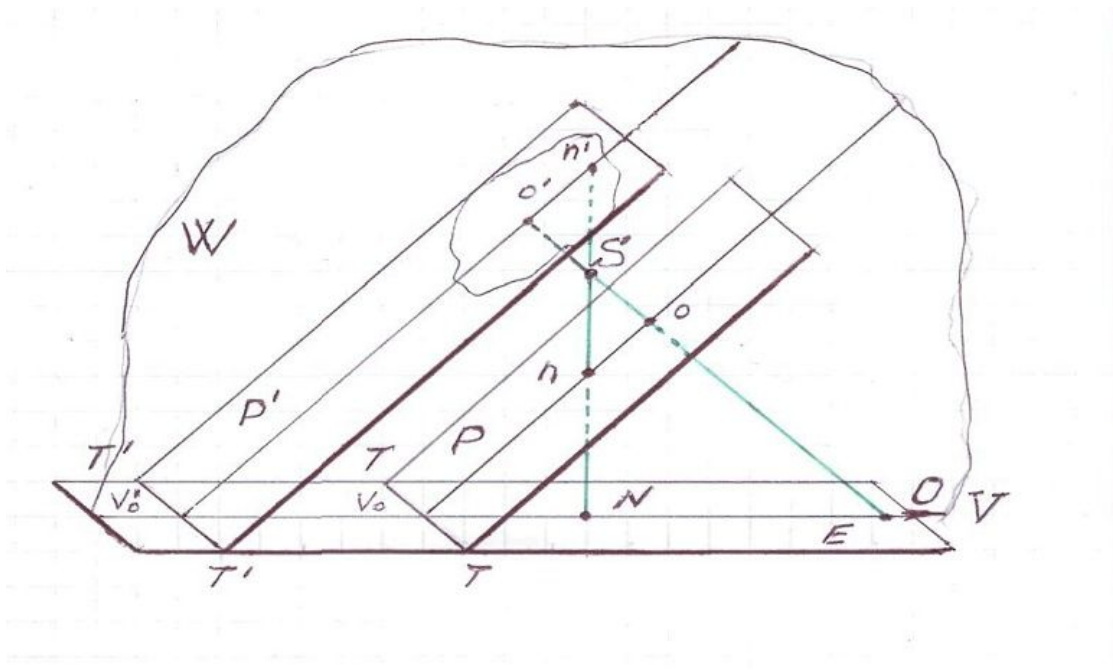


Рисунок 6 – Основные точки линии и плоскости аэроснимка

Пояснение:

E – предметная плоскость;

P – картинная плоскость (позитивная);

P' – картинная плоскость (негативная);

TT (T'T') – ось перспективы;

W – плоскость главного вертикала;

S – центр проекции;

So \perp P – главное расстояние; So=f

Луч So – главный луч;

o (o') – главная точка картины (аэроснимка);

v₀o (v₀'o') – главная вертикаль;

v₀V (v₀'V) – проекция главной вертикали (направление съемки);

$v_0 (v_0')$ – главная точка оси перспектив;

O – проекция главной точки картины.

$\angle Vv_0 o (Vv_0' o') = \alpha$ – угол между картинной плоскостью аэроснимка;

$n (n')$ – точка Надира;

N – Проекция точки Надира;

SN – высота фотографирования;

c – точка нулевых искажений;

C – проекция точки нулевых искажений;

E' – плоскость действительного горизонта;

$h_i h_i$ – линия действительного горизонта;

i – главная точка схода картины.

2. Элементы ориентирования

Положение аэронегатива в пространстве в момент фотографирования определяется элементами ориентирования (рис. 7), которые подразделяются на внутренние и внешние.

К внутренним относятся координаты центра снимка «0» и фокусное расстояние, которое является const то есть постоянной величиной.

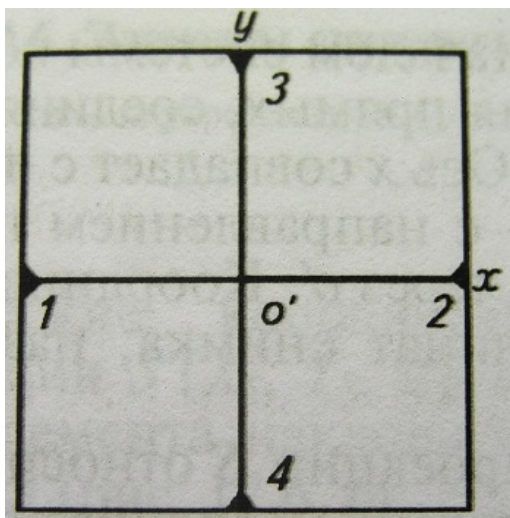


Рисунок 7 – Внутренние элементы ориентирования

К элементам внешнего ориентирования относятся: координаты центра проекции S, X_S, Y_S, Z_S – линейные величины. И угловые α, A, k , где

α – угол наклона снимка или отклонение главного луча от отвесного

A – азимут линии съемки

k – разворот снимков в своей плоскости или угол между главной вертикалью и осью абсцисс.

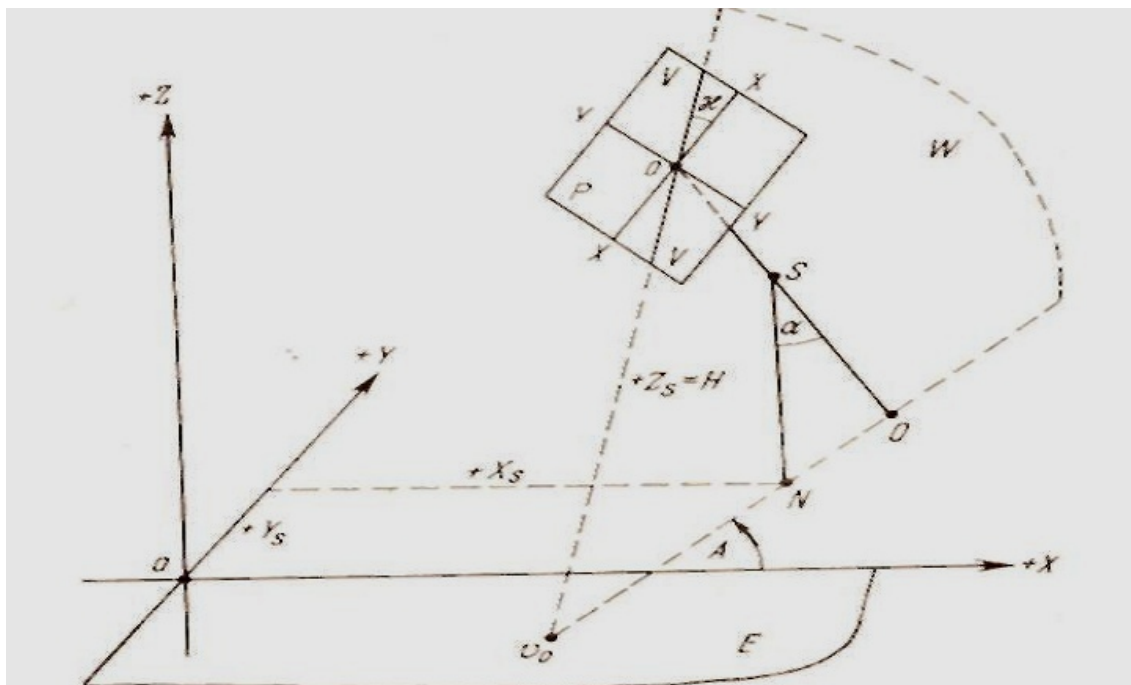


Рисунок 8 – внешние элементы ориентирования

3. Связь основных точек и линий с элементами ориентирования

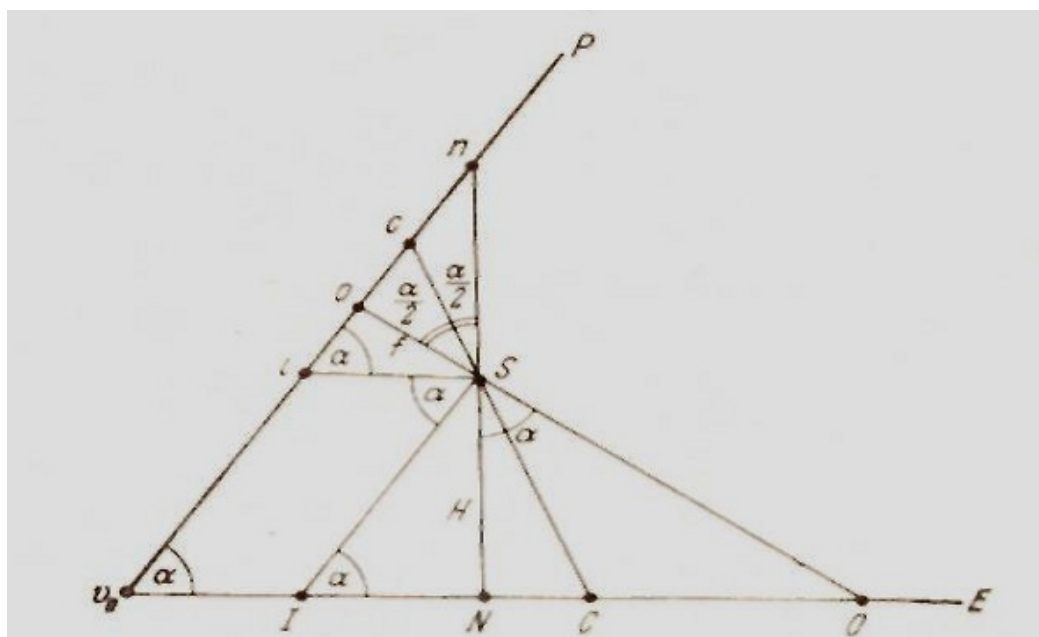


Рисунок 9 – Основные точки и линии аэроснимка с элементами ориентирования

Основные точки и линии аэроснимка считаются по формулам:

$$on = F_k * tg \alpha$$

—

$$cn = on - oc$$

—

$$oi = F_k * ctg \alpha$$

—

Примечание: Для определения положения главных точек аэроснимка, преподавателем выдаются данные для подсчета (это угол наклона α , фокусное расстояние F_k и высота фотографирования H_ϕ).

Лабораторная работа 4

Камеральное дешифрирование аэроснимков.

Цель работы: Изучить виды, способы и признаки дешифрирования. Научиться выполнять дешифрирование аэроснимка.

Задачи:

1. Понятие дешифрирование
2. Изучить виды и способы
3. Изучить дешифрировочные признаки
4. Выполнить дешифрирование снимка

Инструменты для выполнения работы:

1. Аэроснимок
2. Калька
3. Чертежные принадлежности (перо, тушь, краски, карандаш)
4. Рабочая тетрадь

Выполнение лабораторной работы

1. Дешифрирование – это распознавание и оконтуривание элементов ситуации для последующего нанесения на карту в условных знаках.
2. Виды и способы дешифрирования (рис.10)

В зависимости от назначения:

- Топографические
- Специальные

В зависимости об условия работы:

- Полевое
- Камеральное
- Комбинирование

В зависимости от применяемой техники:

- Визуальная
- Инструментальная
- Аэровизуальная

3. Дешифрировочные признаки – это признаки, позволяющие определить фототографическое изображение.

Основными признаками являются:

- Форма

Изображение является одним из существующих признаков, но оно не дает полностью ответа на вопрос.

Прямолинейные контуры являются результатом деятельности человека, а криволинейные следствием действия сил природы.

- Размеры

Изображения уточняют сведения, даваемые его формой. Размеры зависят от масштаба аэроснимка, поэтому необходимо его определить.

Однако многие объекты имеют одинаковую форму и размеры, поэтому необходимо применять другие признаки.

– Тон

В зависимости от спектральной отражающей способности различных элементов, применяют светофильтры и светочувствительные аэроплёнки. Изображение контуров отличается одно от другого.

Изображение почти белое – сухие дороги, заборы.

Светло-серый тон – обнаженная сухая земля, мосты, освященные части крыши.

Черный цвет – водное пространство, и чем чернее, тем больше глубина, мутная вода – получается серой.

Растительность, изображается темно-серым тоном.

– Тень собственная и подающая

Собственные тени являются результатом различной освещенности. Падающие дают возможность установить, возвышается ли данный объект над местностью или лежит на ней. По собственной тени выявляются в некоторой степени пространственные формы этих предметов. Съёмка ведется при положении солнца в южной части. В этом случае тень располагается вверху слева или справа от объекта – предмет возвышается над местностью. Если падающая тень располагается снизу слева или справа – то это углубление предмета, поэтому по форме падающей тени можно судить о форме сфотографированного объекта.

– Высота

Линейно измеряется длина тени, и если известно время, дата аэроснимка, то по астрономическим таблицам определяется угол падения солнца. И по тригонометрической формуле определяется высота объекта.

$$h = L * \text{tg } i$$

– Взаимная связь

Взаимное расположение на аэроснимка изображения различных элементов местности очень часто позволяет служить об их содержании и взаимным расположением.

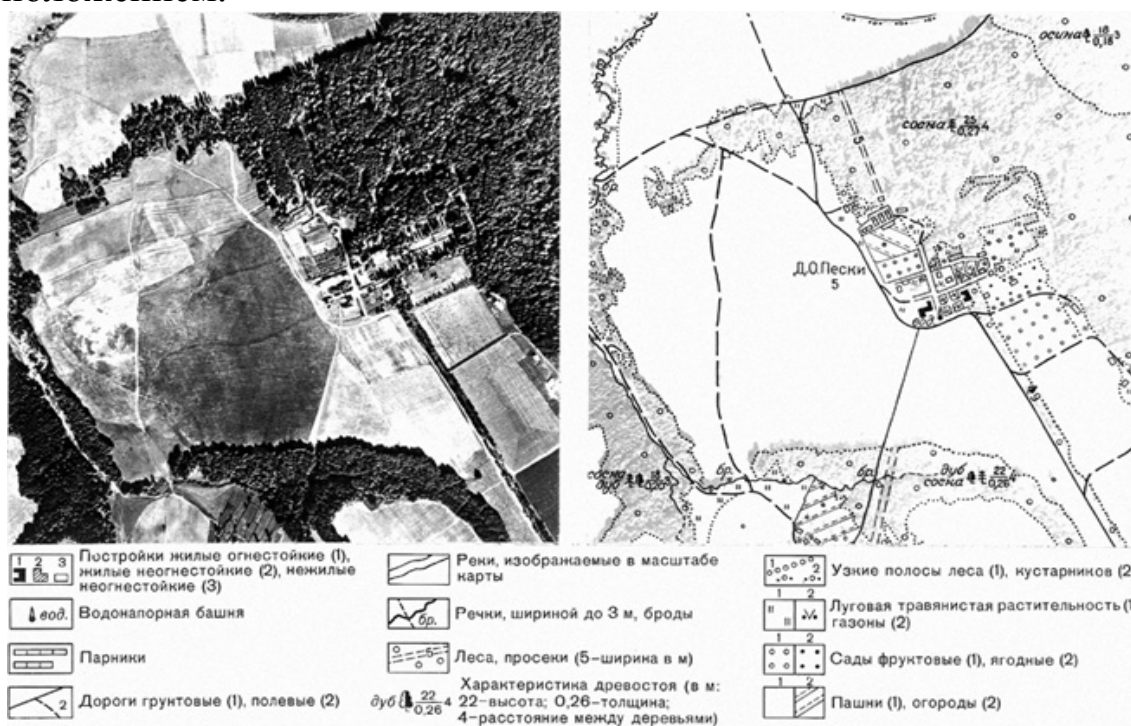


Рисунок 10
Дешифрирование аэро-снимка

Лабораторная работа 5

Изготовление фотосхемы.

Цель работы: познакомиться с понятием о фотосхеме, изучить два способа изготовления и назначение фотосхем.

Задачи:

1. Понятие о фотосхеме
2. Способы изготовления фотосхем
3. Назначение фотосхем

Инструменты для выполнения работы:

1. Аэроснимок
2. Карандаш
3. Скальпель

Выполнение лабораторной работы

Фотосхемой называют фотографическое изображение местности, составленное из рабочих площадей снимков (рис.11). Материалом для монтажа фотосхем могут служить контактные или увеличенные снимки. При значительной разномасштабности конкретных снимков они могут быть приведены примерно к одному масштабу или даже примерно к масштабу картографирования по соответственным отрезкам на их перекрытиях. Но если учесть, что, как правило, съемку выполняют в масштабе, значительно отличающемся от масштаба картографирования, то рассуждения о приведенных фотосхемах становятся чисто теоретическими.

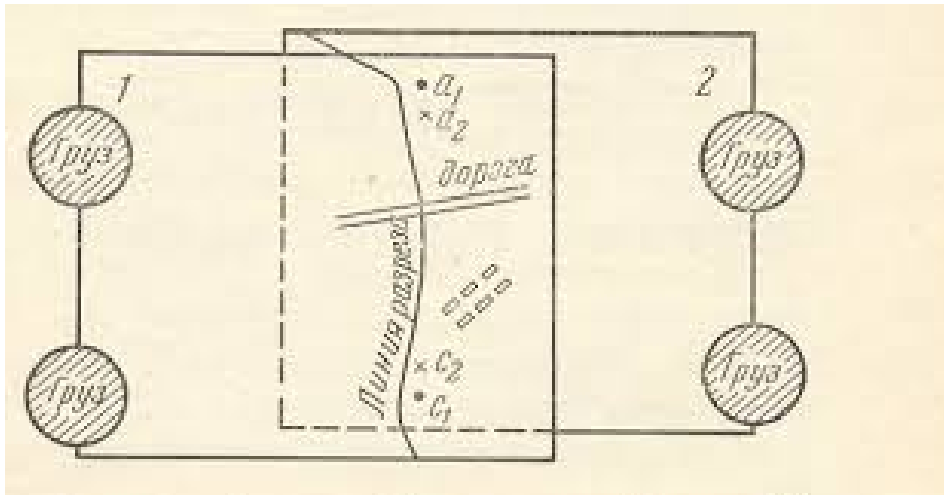


Рисунок 11 – Изготовление фотосхемы по контурным точкам

На производственных предприятиях изготавливают преимущественно одномаршрутные *фотосхемы*. Если возникает необходимость в обеспечении фотосхемами территорий, выходящих по площади за пределы одномаршрутной фотосхемы, то монтируют несколько одномаршрутных фотосхем. Наклеивают их на основу одну под другой. Это позволяет избежать в некоторых случаях значительных расхождений ситуационных элементов в полосе поперечного перекрытия фотосхемы. Маршрутные границы рабочих площадей фотосхем, проведенные по их идентичным точкам, могут существенно различаться по их начертанию.

Достоинства фотосхем:

Для их изготовления не требуется геодезической подготовки снимков и на монтажные работы требуется мало времени.

Фотосхемы можно использовать как приближенный картографический материал на стадии предварительного изучения территорий и эскизного межевания. Проектировщик при этом получает существенные преимущества по сравнению с решением тех же задач по имеющимся графическим планам или картам — фотоизображение содержит большой объем самой свежей информации о состоянии угодий, объектов инфраструктуры, водоемов и др.

Фотосхемы — более удобный материал, чем отдельные снимки, для тех видов дешифрирования, в которых требуется выявление взаимосвязей элементов ландшафта, закономерностей строения рельефа на больших территориях, например, при почвенном дешифрировании или мелиоративных изысканиях.

Фотосхемы — незаменимый материал при выполнении дешифровочных работ с борта самолета или вертолета (аэровизуальное дешифрирование).

Различают два способа монтажа фотосхем:

- по соответственным точкам
- по начальным направлениям.

Первый способ может быть реализован в двух вариантах — индивидуальной и совместной обрезке снимков. При индивидуальной обрезке вблизи средней линии продольного перекрытия снимков выбирают и накалывают на обоих снимках две надежно идентифицирующиеся точки. Разумеется, что эти точки одна от другой должны располагаться на возможно большем расстоянии. Приложив поочередно линейку к накалотым точкам на одном и другом снимке, обрезают их по линии. Аналогично обрезают остальные снимки маршрута.

При работе с гиростабилизированными снимками равнины выгодно использовать в монтаже только четные или нечетные снимки (монтаж через снимок). Линии порезов пройдут примерно в середине оставшегося (примерно 20%-го) продольного перекрытия. Объем работ при этом сократится при улучшении, или лучше сказать предсказуемости, метрических свойств фотосхемы.

Для совместной обрезки смежные снимки накладывают один на другой, добиваясь наилучшего совмещения элементов изображения вдоль средней линии перекрытия. Качество укладки контролируют наколами в верхней и нижней частях перекрытия, а также в его средней части. Уклонения контролируемых точек в середине должно быть минимальным, а вверху и внизу направлены вдоль средней линии.

Закрепленные грузиками снимки разрезают совместно по кривой или ломаной линии с небольшими отклонениями от средней линии перекрытия снимков. При выборе направления изгибов линии пореза желательно линейные элементы топографической ситуации и границы угодий проходить под углами, близкими к прямому, а компактные элементы обходить.

Отрезанные средние части снимков наклеивают безводным клеем на лист плотной бумаги, картона или другого материала. Если снимки разрезают инди-

видуально, то получают минимальное расхождение элементов изображения в середине пореза.

Достоинства рассмотренного способа монтажа — высокая производительность и простота технологии. Однако влияние рельефа местности и угла наклона снимка на смещение точек, используемых при монтаже, может привести к существенным искривлениям направления фотосхемы даже при идеальной прямолинейности съемочного маршрута. Это усложнит процесс ограничения рабочих площадей на смежных одномаршрутных фотосхемах и практически исключит возможность изготовления качественной единой многомаршрутной фотосхемы.

Второй способ монтажа сложнее по технологии и менее производителен, но он позволяет сохранить прямолинейность фотосхемы, если съемочный маршрут был прямолинейным.

Технология монтажа в этом способе следующая. На всех снимках накалывают рабочие центры — четкие точки изображения, надежно опознаваемые на смежных снимках. Они должны располагаться на расстоянии не более $0,05f$ от главной точки снимков. Опознают и накалывают выбранные рабочие центры на смежных снимках. Направления на снимках, исходящие из собственного рабочего центра на рабочие центры, перенесенные со смежных снимков, называют начальными.

Примерно в пересечении начальных направлений со средними линиями перекрытия снимков выбирают и накалывают вспомогательные точки. Эти точки опознают и накалывают на смежных снимках. С помощью измерителя устанавливают степень разномасштабности используемых снимков. Для этого определяют разность расстояний между собственным и перенесенным рабочими центрами каждой пары смежных снимков. Если разность не превышает 1 мм, то с помощью пуансона пробивают отверстия на всех наколотых точках. При большей разности отверстия пробивают на вспомогательных точках всех снимков и на рабочих центрах четных или нечетных снимков. На остальных снимках через рабочие центры вдоль начальных направлений прочерчивают штрихи длиной 5 мм.

Подготовленные снимки попарно и поочередно укладывают один на другой так, чтобы отверстия на вспомогательных точках совпали точно, а несоответствия отверстий на рабочих центрах были направлены по начальному направлению. Если рабочие центры пробивали через снимок, штрихи нижнего снимка должны совпадать с центрами отверстий верхнего снимка. Обрезку снимков по данному способу можно выполнять только совместно по кривым или ломаным линиям.

Качество монтажа фотосхемы оценивают с помощью обрезков. На каждом порезе можно использовать любой из двух обрезков. Обрезок прикладывают к порезу так, чтобы элементы изображения на нем точно совпали с элементами смонтированного в фотосхему фрагмента того же снимка. Иглой вдоль пореза, не отступая далеко от него, через 2...3 см накалывают четкие точки изображения. Сняв обрезок, измеряют отклонения наколов от точек, которые накалыва-

ют на обрезке. Аналогично выполняют контроль по другим порезам. Принципиально можно измерять абсолютные отклонения. Но более важно оценить смещения накола в продольном направлении. Если накол оказался между линией пореза и точкой, наколотой на обрезке, значит изображение в этом участке пореза дублируется — смещение на корректурном листе обозначают знаком «плюс». В противном случае на фотосхеме образуется вырез, размер которого показывают на корректурном листе со знаком «минус». Корректурный лист представляет собой уменьшенное схематическое изображение фотосхемы с примерным сохранением формы порезов.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основные источники

1. А.С.Назаров Фотограмметрия. – М: Издательство Тетра Система, 2006
2. П.Д. Гук, В.В. Прудников Фототопография. – Новосибирск: СГГА, 2008
3. Л.А.Головина, Д.С. Дубовик Топографическое дешифрирование снимков. – Новосибирск: СГГА, 2011

Дополнительные источники

4. А. Н. Лобанов, М. И. Буров, Б. В. Краснопевцев Фотограмметрия: Учебник для вузов. — М.: Недра, 1987.
5. М.Д. Коншин Аэрофототопография. – М: Геозидздат, 1952

Интернет-ресурсы

6. <http://studopedia.ru/>
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

Содержание

Введение	3
Методические указания к выполнению лабораторных работ	4
Информационное обеспечение	17