



Лабораторная работа 11. ИЗУЧЕНИЕ СТЕРЕОСКОПА. СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Исходные данные и материалы: 2 аэрофотоснимка, инструкция по дешифрированию, карты на дешифрируемую территорию.

Задание: изучить особенности топографического дешифрирования снимков, дополнить сельскохозяйственное дешифрирование 2 аэрофотоснимков в пределах рабочих площадей топографическим.

Порядок и методика выполнения

Монокулярным зрением называется наблюдение объектов одним глазом. Поле зрения глаза составляет примерно 150° в горизонтальной плоскости и 120° в вертикальной.

Наблюдение объектов двумя глазами называется **бинокулярным зрением**. Оно позволяет повысить точность определения их пространственного положения. Для расстояния наилучшего зрения расстояние между сетчаткой глаза и объектом должна составлять $D=250$ мм (при этом угол конвергенции равен 15°).

Стереоскопическим зрением называется бинокулярное зрение с постоянным и непосредственным ощущением глубины пространства. Основным фактором оценки глубины пространства является физиологический параллакс.

Рассматривая какую-то точку, например, точку А (рис. 11.1), глаза наблюдателя поворачиваются таким образом, что их оптические оси пересекаются в наблюдаемой точке. Размеры желтого пятна глаза позволяют увидеть при данном положении глаз и другие точки, например, точку D.

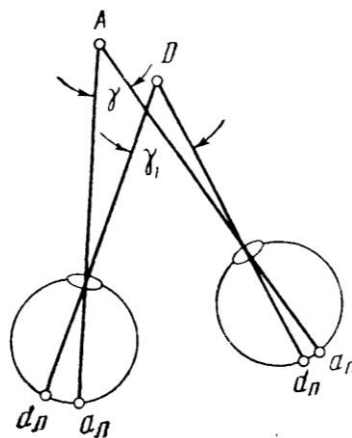


Рис. 11.1. Физиологический параллакс.

Так как расстояние точки D от глаз иное, чем до точки А, то в точке D возникает параллактический угол γ_1 , не равный углу γ .

Неравенство этих углов вызывает неравенство дуг $a_\lambda d_\lambda$ и $a_\pi d_\pi$, получаемых в пределах желтого пятна левого и правого глаза. Разность этих дуг называется физиологическим параллаксом:

$$\sigma = a_\lambda d_\lambda - a_\pi d_\pi \quad (11.1)$$

Наличие физиологического параллакса, т.е. разного изображения рассматриваемого предмета на сетчатке левого и правого глаза, является причиной пространственного восприятия при стереоскопическом зрении. Физиологический параллакс точки фиксации всегда равен нулю, поскольку её изображение строится в центральной ямке. Наблюдаемая точка дальше точки фиксации при $\sigma < 0$ и ближе при $\sigma > 0$. Геометрическая природа стереоскопического зрения заключается в том, что на сетчатках глаз строятся изображения различных размеров, и элементы изображения характеризуют различные по величине физиологические параллаксы. Эти различия и позволяют судить о различном пространственном положении отдельных частей наблюдаемого объекта. Оценка расстояний выполняется на основе ощущения смещения одной части изображения относительно другой. Способность ощущения разности физиологического параллакса у человека чрезвычайно развита и позволяет фиксировать ничтожные смещения одной части изображения относительно другой. Острота стереоскопического зрения равна $\approx 30''$.

Восприятие глубины возможно при рассматривании не только объектов, но и их изображений, полученных по законам центрального проектирования при выполнении следующих *условий*, вытекающих из особенностей бинокулярного зрения:

1. Снимки должны быть получены из двух точек пространства.
2. Разность масштабов снимков не должна превышать 16% от их величины.
3. Угол конвергенции, под которым пересекаются соответственные лучи, не должен превышать 15° и должен соответствовать аккомодации (обеспечение получения резкого изображения объектов, удаленных на различные расстояния).
4. Снимки нужно развернуть в своих плоскостях так, чтобы линии, соединяющие одноименные точки, были параллельны главному базису.
5. Каждый глаз должен видеть только один (левый или правый) снимок.

Рассматривая два таких снимка с учетом перечисленных условий, наблюдатель может получить единое пространственное изображение – **стереоскопический эффект**.

Стереозффект – это пространственное восприятие двух плоских изображений.

В зависимости от расположения аэроснимков можно получить прямой, обратный и нулевой стереозффекты.

Прямой стереозффект (рис. 11.2, а) возникает при рассматривании левым глазом левого снимка, а правым глазом – правого (их перекрывающиеся части обращены друг к другу), причем начальные направления аэроснимков

(прямые $O_{\text{л}}O'_{\text{п}}$, $O_{\text{п}}O'_{\text{л}}$) должны располагаться на прямой, параллельной главному базису наблюдателя. Получающаяся стереоскопическая модель соответствует местности: вершины воспринимаются вершинами, низины – низинами.

При обратном стереоэффекте (рис. 11.2, б) левый глаз наблюдателя должен рассматривать правый, а правый глаз – левый аэроснимок (их перекрывающиеся части обращены во внешние стороны), причем начальные направления аэроснимков должны располагаться на прямой, параллельной главному базису наблюдателя. Так как разности продольных параллаксов при этом меняют свой знак, то получающаяся модель дает обратное изображение местности: вершины воспринимаются низинами, низины – вершинами.

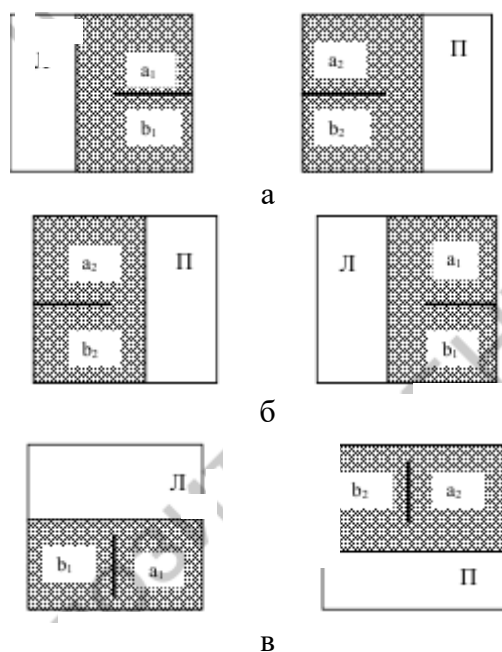


Рис. 11.2. Размещение снимков для наблюдения прямого (а), обратного (б) и нулевого (в) стереоскопических эффектов.

Нулевой стереоэффект (рис. 11.2, в) возникает в случае, если снимки развернуты в своих плоскостях на 90° и начальные направления перпендикулярны главному базису. При этом физиологический параллакс обращается в нуль, и наблюдатель видит плоскую картину.

При наблюдении действительных объектов невооруженными глазами стереоэффект всегда прямой. Для измерения снимков в фотограмметрии используют прямой и обратный стереоэффекты.

Способы стереоскопических наблюдений.

Устройство стереоскопа и порядок работы с ним

Ранее были сформулированы пять условий, при выполнении которых наблюдатель может увидеть по снимкам стереоскопический эффект. Выполнение первых четырех условий не требует применения сложных технических приспособлений. Выполнение пятого условия, требующего,

чтобы каждый глаз рассматривал соответствующий снимок, вызывает определенные затруднения, поскольку выполнить его без специальной подготовки нелегко. Это объясняется тем, что при рассматривании снимков зрительные оси должны быть почти параллельны, в то время как аккомодация соответствует их удалению на 25 см. В связи с этим для наблюдения каждым глазом только одного изображения применяют разные способы: оптический, анаглифический, поляроидный и др.

Оптический способ основан на применении для наблюдения стереоскопической модели оптических приборов. В них снимки рассматриваются через систему линз, призм и зеркал, благодаря которым левый глаз видит только левое изображение, а правый – правое. Простейшим прибором для наблюдения стереомодели является зеркально-линзовый стереоскоп – бинокулярный оптический прибор для рассмотрения стереопар.

Стереопара – два частично перекрывающихся снимка, полученных с разных точек фотографирования.

Стереоскоп ЛЗ (рис. 11.3), состоящий из двух пар зеркал 1, 2 и двух линз 3, позволяет видеть изображение объемным.

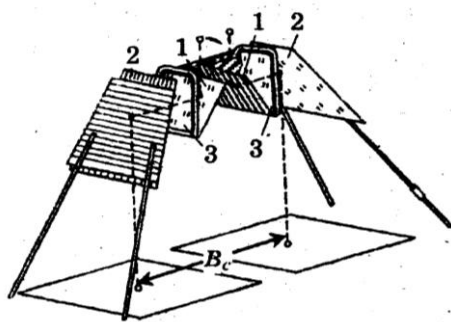


Рис. 11.3. Стереоскоп ЛЗ.

Ход лучей в зеркально-линзовом стереоскопе показан на рис. 11.4.

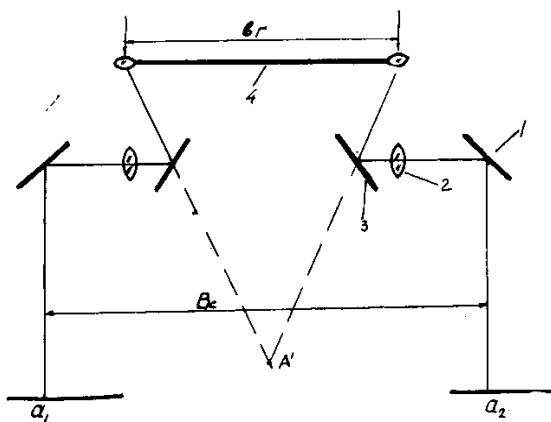


Рис. 11.4. Ход лучей в стереоскопе: 1, 2 – внешнее и внутреннее зеркала, 3 – линза, 4 – бинокуляр.

Здесь B_C – расстояние между центрами больших зеркал, называемое базисом стереоскопа, b_c – расстояние между передними узловыми точками глаз, называемое глазным базисом.

Чтобы получить объёмное изображение A' точки A (прямой стереоэффект), необходимо под левое зеркало положить левый снимок, а под правое – правый так, чтобы они располагались вдоль оси прибора строго один за другим. Потом необходимо установить их так, чтобы начальные направления были на одной прямой, параллельной базису стереоскопа, а расстояние между какой-либо парой соответственных точек приблизительно равнялось базису стереоскопа.

Передвижением этих снимков вдоль прибора, а также их поперечным перемещением и некоторым вращением в своих плоскостях добиваются совмещения изображений левого и правого снимков, чем достигают объёмного изображения местности.

Некоторые конструкции стереоскопов снабжены бинокулярными насадками, измерительными и другими устройствами различного назначения.

Способ поляроидов (Р. Брукхарт, 1942 г.) основан на получении левого и правого изображений в поляризованном свете, образующемся при пропускании светового потока через два поляроида, каждый из которых представляет собой пару плоскопараллельных стеклянных пластинок с заключенной между ними пленкой-поляризатором.

Анаглифический способ наблюдения заключается в рассматривании двух совмещенных изображений, исполненных в дополнительных цветах (например, в красном и сине-зеленом). Наблюдение выполняется через анаглифические очки со стеклами таких же цветов, и каждый глаз воспринимает только одно из изображений: красный светофильтр пропускает красный цвет и задерживает сине-зеленый, а сине-зеленый светофильтр пропускает сине-зеленый цвет и задерживает красный. Пропускаемые через светофильтры изображения суммируются, и наблюдатель воспринимает одноцветное пространственное изображение объекта.

Пространственная картина может быть получена путем сложения дополнительных цветов или на вычитании их из белого.

Способ вычитания применяется для получения объёмных изображений. Левое и правое изображения, называемые анаглифами, печатаются на белом фоне прозрачными красками дополнительных (красного и сине-зеленого) цветов и рассматриваются через анаглифические очки. При этом белый тон воспринимается в цветах, соответствующих цветам светофильтров, и потому он сливается с изображением соответствующего снимка того же цвета. В итоге наблюдатель увидит пространственную картину черного цвета на белом (светлом) фоне.

Способ сложения предполагает проектирование на общий экран двух изображений, окрашенных в дополнительные цвета, и рассматривание их через анаглифические очки. Поскольку наблюдения выполняются в затемненном помещении, то левым глазом наблюдатель увидит изображение

красного цвета на темном фоне, а правым глазом – изображение сине-зеленого цвета на темном фоне. Темный фон создается как черным экраном, так и погашенными изображениями. В итоге наблюдатель воспринимает пространственную картину на темном фоне.

При компьютерной обработке цифровых изображений основными способами получения стереоскопического эффекта являются оптический, анаглифический, затворный и другие, получившие в компьютерном исполнении новые возможности.

Их реализация учитывает ряд особенностей работы с цифровыми изображениями, в частности простоту геометрических и фотометрических преобразований, формирование изображения на экране монитора с покадровым (page-flipping) или построчным (interlace) режимом выводов, наличие видеопамати и др.

Оптический способ стереоскопических наблюдений предполагает вывод зоны стереонаблюдений левого и правого снимков соответственно в левую и правую части экрана. Оба изображения окрашены в естественные цвета, и для их рассматривания и получения стереоскопического эффекта нужно выполнить искусственное разделение соответственных лучей, что достигается применением специальной стереоприставки, устанавливаемой перед монитором. Это обеспечивает возможность наблюдения стереоскопической модели местности и её измерения, минуя неизбежные потери света при использовании некоторых других способов и приспособлений.

Анаглифический способ стереоскопических наблюдений не предполагает наличия какого-либо специального оборудования в виде плат или адаптеров и требует наличия лишь анаглифических очков. Наблюдаемая при этом стереоскопическая модель формируется по правилам, изложенным ранее для случая наблюдения аналоговых снимков.

Перекрывающиеся части левого и правого изображений, образующие зону стереоскопических наблюдений, окрашиваются в дополнительные цвета и выводятся на экран либо по строкам (чётные – левого снимка, а нечётные – правого), либо путем наложения левого на правое. Полученное на экране монитора совмещенное изображение рассматривается через анаглифические очки, стекла которых окрашены в те же цвета, что и соответствующие им изображения снимков. В результате наблюдатель видит пространственную модель местности. В первом случае наблюдатель видит «разреженное» изображение, что снижает точность стереоскопических измерений. Во втором случае цвет и яркость каждого пиксела суммарного изображения, попадающего на элемент монитора, формируются в зависимости от цветов и яркостей накладываемых пикселей изображений. В обоих случаях каждый глаз наблюдателя видит только одно изображение, что и вызывает возникновение стереоскопической модели местности.

Затворный способ получения стереоскопического эффекта основан на специфике представления изображения на экране монитора и предполагает применение специальных затворных (жидкокристаллических) очков с LCD-

затворами (Liquid Crystal Display) различных типов (ИБИК, Nu Vision и др.), в которых стекла становятся прозрачными поочередно, в соответствии со сменой видеостраниц на экране монитора. Сущность способа заключается в следующем.

Изображения левого и правого снимков формируются на страницах видеопамати и поочередно выводятся на экран компьютера. Наблюдения выполняются через очки, представляющие собой пару плоскопараллельных пластин с заключенным между ними слоем жидкого кристалла, который при воздействии на него электрического импульса может изменять интенсивность проходящего через него света так, что в каждый момент времени наблюдатель воспринимает изображение на экране монитора только одним глазом, левым или правым. Смена страниц видеопамати на экране монитора при помощи специального канала связи синхронизирована с изменением прозрачности пластин затворных очков так, что каждый глаз наблюдателя видит только одно изображение. Для смены прямого стереоэффекта на обратный и наоборот нужно изменить фазу, управляющую последовательностью вывода страниц видеопамати.

Покадровый (page-flipping) режим стереонаблюдений предполагает поочередный вывод на экран левого и правого изображений синхронно со сменой прозрачности пластин затворных очков, установленных перед левым и правым глазом. Вывод полных изображений обеспечивает получение более высокого качества стереоизображения, но требует в целях обеспечения комфортности наблюдений для глаз достаточно высокой вертикальной частоты монитора (не менее 120 Гц).

Построчный (interlace) режим стереонаблюдений предполагает деление кадра на два полукадра с чётными и нечётными строками соответственно. Правое и левое изображения стереопары выводятся на экран поочередно в «четном» и «нечётном» полукадрах, а синхронизируемые с вертикальной разверткой монитора затворные очки позволяют наблюдать два изображения «одновременно» и таким образом проводить стереоизмерения. Необходимым условием комфортной для глаз работы в этом режиме является достаточно высокая вертикальная частота монитора (как минимум 75 Гц на «каждый глаз», т.е. примерно 150 Гц при переключении в interlace).

Построчный режим применим только к экрану в целом, что приводит к некоторым неудобствам, например, при работе с меню. Другим недостатком является прореживание картинки и, как следствие, снижение разрешения в связи с использованием полукадров.