

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОЛОГОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
МОЛОЧНОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ИМЕНИ Н.В. ВЕРЕЩАГИНА**

ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

КАФЕДРА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

**ОСНОВЫ ЛЕСНОГО
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ**

Лабораторный практикум для студентов специальности среднего
профессионального образования
35.02.01 «Лесное и лесопарковое хозяйство»



Вологда-Молочное
2024

УДК 630*24:629.7 (07)
ББК 26.12
В-35

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией
«Факультета агрономии и лесного хозяйства»

Автор-составитель – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
В.С. Вернодубенко

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Лесного
хозяйства» Вологодской ГМХА
Е.Н. Пилипко

В-35 Вернодубенко, В.С.

Лабораторный практикум «Основы лесного картографирования» для студентов специальности среднего профессионального образования 35.02.01 «Лесное и лесопарковое хозяйство»/ В.С. Вернодубенко – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2024 - 47 с.

Лабораторный практикум «Основы лесного картографирования» для студентов специальности среднего профессионального образования 35.02.01 «Лесное и лесопарковое хозяйство». В практикуме приведены основные темы и содержание лабораторных работ для освоения одноимённой дисциплины и терминологический минимум по ней.

УДК 630*24:629.7 (07)
ББК 26.12

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Тема: Накладной монтаж аэроснимков и определение качества съёмки.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Тема: Дешифрирование нелесных и не покрытых лесом земель.....	16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Тема: Дешифрирование лесных насаждений по преобладающим породам.....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Определение основных таксационных показателей древостоев методом инструментально-измерительного дешифрирования.....	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
Тема: Расчётная работа – «Дешифрирование аэрофотоснимка».....	41
ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ МИНИМУМ.....	42
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Знание возможностей применения аэрокосмические методы в лесном деле ориентирует специалиста лесного хозяйства на профессиональную деятельность и даёт возможность ориентироваться в современных средствах и методах распознавания лесных объектов и логистики отрасли. В настоящее время от квалифицированного работника лесного комплекса в рамках данного направления требуется:

знать:

- требования к техническим средствам аэрокосмических съемок и условиям аэровизуального наблюдения лесов и зеленых насаждений;
- геометрические, изобразительные и информационные свойства материалов аэрокосмических съемок и требования к их качеству;
- морфологию полога древостоев и методику изучения ее показателей;
- методы математического моделирования при изучении лесов и городских зеленых насаждений и ландшафтов;
- особенности применения материалов аэрокосмических съемок при устройстве рекреационных лесов и организации лесопаркового хозяйства;
- основы применения аэрокосмических методов в охране лесов от пожаров;
- аэрокосмические методы лесопатологических обследований и борьбы с вредителями и болезнями лесов и зеленых насаждений;
- основы применения аэрокосмических методов при осуществлении лесохозяйственной и ландшафтно-устроительной деятельности;
- основы применения аэрокосмических методов при проектно-исследовательских работах;

уметь:

- работать с техническими и программными средствами инструментально-визуального и автоматизированного дешифрирования материалов аэрокосмических съемок с использованием геоинформационных технологий;

владеть:

- навыками творческого подхода к анализу и обобщению сведений литературных источников по актуальным проблемам применения аэрокосмических методов в лесном деле.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Накладной монтаж аэроснимков и определение качества съёмки

Трудоёмкость работы составляет 4 аудиторных часа.

Цель работы: научиться составлять накладной монтаж из аэрофотоснимков.

Для выполнения работы каждому студенту необходимо иметь:

аэроснимки;

угольник, линейка, монтажная линейка.

Перед выполнением работ по составлению накладного монтажа необходимо внимательно посмотреть снимок и ознакомиться с нанесенными на него обозначениями и показаниями регистрирующих приборов. На снимке указываются (рис.1):

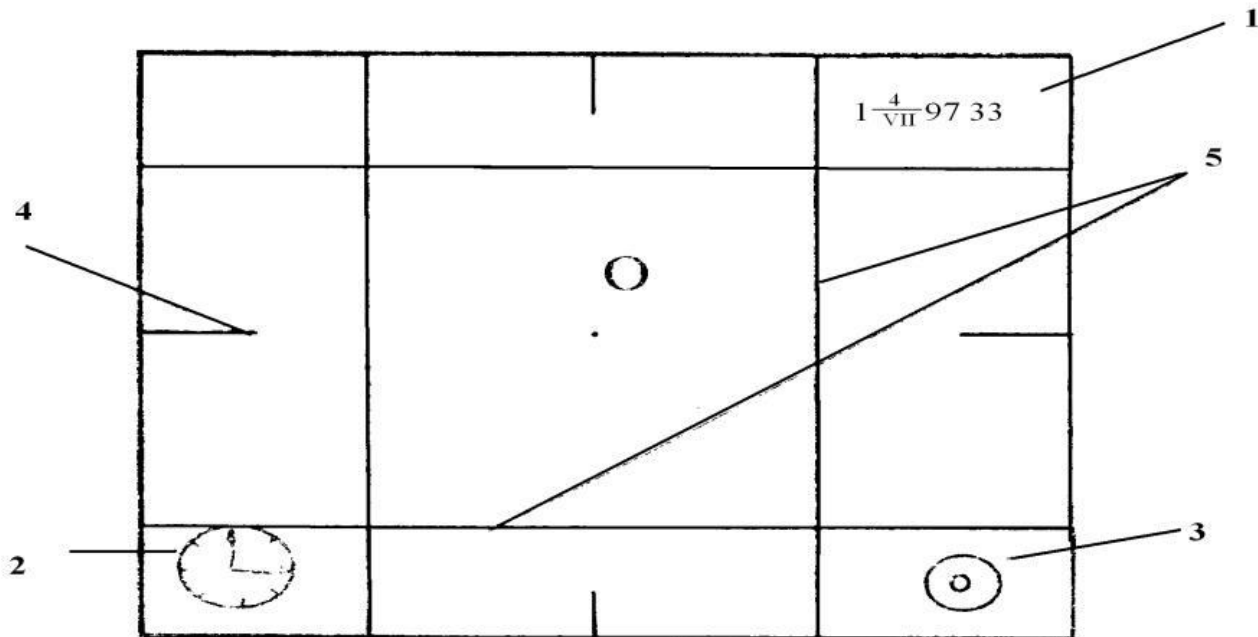


Рисунок 1 – Обозначения на аэрофотоснимке

- дата аэрофотосъемки и порядковый номер снимка;
- циферблат часов;
- отклонение оптической оси аэрофотоаппарата от вертикального положения в момент съёмки;
- координатные метки, служащие для определения главной точки аэроснимка или точки наименьших искажений;
- координатная сетка, необходимая для контроля за качеством фотопечати.

Прежде чем уложить аэроснимки, нужно разобраться с аэроснимками по номерам (маршрутам), составить цифровую схему, которая записывается на лицевой стороне конверта с аэроснимками. Каждая строка в этой схеме представляет собой маршрут аэросъемки.

В зависимости от направления аэросъемочного залета цифры номеров могут быть и нарастающими и убывающими. Направление полета при аэрофотосъемке принято с запада на восток и с востока на запад, т.е. в широтном направлении (рис.2).



Рисунок 2 – Направление полета при аэрофотосъемке

Взяв первый аэроснимок из первого маршрута, укладывают его в верхнем углу. Затем второй аэроснимок накладывают на первый так, чтобы контуры внутренней ситуации второго аэроснимка совпадали с идентичными контурами первого. Если на первом аэроснимке в правой его части имеются вырубki, озера, реки, дороги, и т.д., то те же объекты будут и на втором аэроснимке, но уже в левой его части. Изображение этих объектов и следует совместить.

Наложение снимков в пределах маршрута ведется с таким расчетом, чтобы изображения одного снимка совпали с такими же изображениями на втором снимке, а изображения второго снимка – с соответствующими изображениями третьего снимка и т.д. Соединение снимков ведется так, чтобы обязательно были видны номера снимков. При размещении номера в правом верхнем углу снимка накладку ведут справа налево, начиная с первого верхнего маршрута. Правильно уложенные снимки прикалываются.

При аэрофотосъемке участка прокладывают сеть параллельных прямолинейных маршрутов. Чтобы полученные аэроснимки можно было рассматривать стереоскопически, аэрофотосъемку вдоль каждого маршрута выполняют с перекрытиями (см. рис.2). Перекрытие между аэроснимками в каждом маршруте называется продольным перекрытием. Величина продольного перекрытия выражается в процентах; обычно она составляет в

среднем 60% в равнинных и всхолмленных районах и 80-90% – в горных.

Уложив аэроснимки первого верхнего маршрута, приступают к монтажу аэроснимков второго маршрута с одновременным наложением их на аэроснимки первого маршрута соответственно идентичности изображений. При этом надо иметь в виду, что не все аэросъемки второго маршрута будут иметь ясно заметные ориентиры первого маршрута. Поэтому, прежде чем накладывать второй маршрут на первый, необходимо найти хотя бы один аэроснимок во втором маршруте с ясно выраженными ориентирами первого маршрута. Наложив этот аэроснимок на аэроснимок первого маршрута, дальше укладывают остальные аэроснимки второго маршрута вправо и влево. Затем в таком же порядке приступают к монтажу аэроснимков третьего маршрута и т.д.

Перекрытия между аэроснимками смежных маршрутов называются поперечными перекрытиями. Их величина также выражается в процентах и обычно задается в пределах 20-40%. Продолжая укладку аэроснимков, содержащихся в конверте, маршрут за маршрутом, в конечном результате получают подробную схематическую картину заснятой местности – **накидной монтаж**.

При составлении монтажа, прежде всего, устанавливается: правильно ли выдержаны перекрытия (особенно поперечные) и не допущены ли фотограмметрические разрывы между аэрофотоснимками двух смежных маршрутов.

Фотограмметрическими разрывами называются недостаточные по своей величине перекрытия (продольные – менее 56%, поперечные – менее 20%). Такие разрывы на монтаже отмечают узкими полосками белой бумаги, прикрепляемыми вдоль разрыва. Те участки местности, которые соответствуют месту разрыва на монтаже, подвергаются повторной съемке с целью получения новых аэроснимков с достаточной величиной перекрытия для заполнения мест разрыва.

Для накидного монтажа используют аэроснимки контактной печати. Разномасштабность аэроснимков и присущие этим снимкам искажения, из-за влияния рельефа местности, вызывают смещения одних и тех же контуров на смежных аэроснимках, в особенности между маршрутами. Несовпадение контуров характеризуется невязками между идентичными изображениями на смежных аэроснимках. Монтаж делается вновь, если невязки превышают 1,5 см.

Для устранения больших невязок между аэроснимками последних маршрутов иногда монтаж начинают не с первого верхнего маршрута, а со среднего, монтируют аэроснимки последовательно вверх и вниз. Избежать появления крупных невязок можно также, если на каждом смежных аэроснимках невязку распределять равномерно во всех направлениях, а не сводить ее к какому-либо одному направлению.

На накидном монтаже при использовании топографической карты этой местности опознаются крупные ориентиры (реки, населенные пункты, озера, дороги и т.п.). По опознанным ориентирам устанавливают меридианы и параллели, что позволяет наметить рамки трапеции международной

разграфки.

По окончании монтажа аэроснимков на нем делают замеры:

а) длины участка А (масштабной линейкой измеряют длины среднего маршрута в продольном направлении, условно считая ее равной расстоянию от левого края первого аэроснимка до правого края последнего аэроснимка);

б) ширины участка С (измеряют расстояние в поперечном направлении посередине монтажа, начиная с верхней стороны аэроснимка первого маршрута и кончая нижней стороной аэроснимка последнего маршрута).

По результатам замеров длины А (в сантиметрах) и ширины С (в сантиметрах) участка, с учетом линейного масштаба, определяют значение заснятой площади (в гектарах).

Для удобства последующего пользования аэроснимками при различных полевых и камеральных лесоустроительных работах делают **репродукцию накидного монтажа**. Репродукция накидного монтажа – это его фотография, выполненная в определенном масштабе. Масштаб репродукции обычно берется в 3-4 раза меньше масштаба съемки. Репродукцию производят по отдельным трапециям, а затем монтируют в общую схему заснятой территории. Трапеция считается заснятой полностью в том случае, если снимки покрывают всю ее площадь без разрывов и выходят за рамки трапеции, перпендикулярные направлению маршрутов не менее чем на один базис фотографирования, а за рамки, параллельные маршрутам, не менее чем на одну четвертую ширины маршрута. Для последующего использования при лесоустройстве аэроснимки, попавшие в каждую трапецию, подбирают по номерам в маршрутах и складывают в пакеты в порядке, соответствующем последовательности съемки. На пакеты наклеивается этикетка с нанесенными на ней номенклатурой трапеции и цифровой схемой расположения аэроснимков по маршрутам.

Оценка по величине продольных перекрытий

Величина продольных перекрытий выражается в процентах. Она не должна быть меньше 56%. Вместе с тем, продольные перекрытия не должны превышать какую-то предельную величину. Эти предельные нормы перекрытия (как минимальная, так и максимальная) устанавливаются с учетом превышения рельефа местности.

Чем меньше амплитуда колебаний величин перекрытий (конечно в пределах указанных границ), тем выше оценка аэросъемки по этому качеству.

Величина продольных перекрытий определяется на накидном монтаже с помощью монтажной линейки. Линейка представляет собой полоску белой или миллиметровой бумаги, на которую соответствующим образом наносят деления. Цену деления чаще всего принимают равной 5%, а вся шкала на линейке соответствует 100% (рис.3).

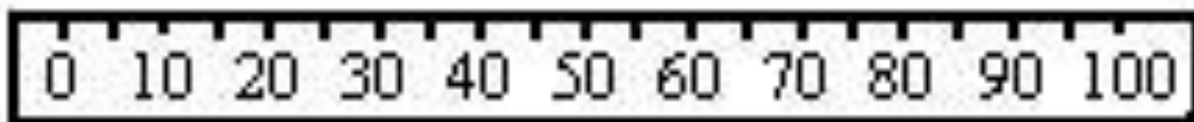


Рисунок 3 – Монтажная линейка

Для определения величины перекрытия между двумя снимками линейку накладывают делением 100 на правый край правого снимка, а по правому краю левого снимка берут на шкале значение, соответствующее величине перекрытия. Измерения производят в центральной части снимков, но так, чтобы число измерений в маршруте было не менее 4 (рис.4).

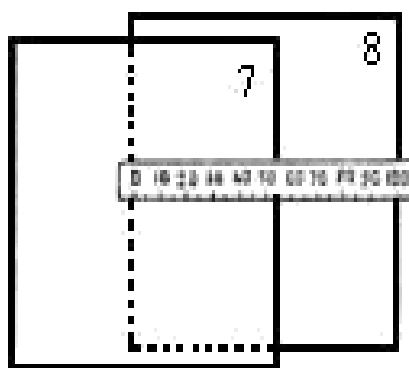


Рисунок 4 – Измерение продольного перекрытия

Оценка устанавливается в зависимости от величины максимального и минимального перекрытий, которые, как указывалось выше, зависят от рельефа местности. Нормы для установления оценки приведены в табл. 1

Таблица 1 – Шкала оценки продольных перекрытий

Превышения в метрах			Оценка
до 200	до 800	свыше 800	
Продольные перекрытия, %			
58-62	58-68	58-76	отлично
57-64	57-70	57-78	хорошо
56-66	56-72	56-80	удовлетворительно

Установив оценку по величине продольных перекрытий аэроснимков в каждом маршруте, находят среднюю оценку по этому показателю качества для всей трапеции.

Средняя оценка трапеции по продольному перекрытию определяется путем деления общей суммы оценок на число маршрутов. Пример оформления результатов измерений и оценки величины продольных перекрытий аэроснимков приводится в табл.2.

Таблица 2 – Пример оформления результатов измерений и оценки величины продольных перекрытий

Номер Маршрута	Номера снимков	Поперечные перекрытия, %	Минимальное перекрытие, %	Максимальное перекрытие, %	Оценка

Оценка по величине поперечных перекрытий

Величина поперечных перекрытий аэроснимков определяется на накидном монтаже аналогично определению величины продольных перекрытий.

Монтажной линейкой измеряют перекрытия на всем протяжении смежных маршрутов не менее четырех раз. Для измерения процента поперечных перекрытий монтажную линейку отметкой 100 прикладывают к верхнему краю первого аэроснимка первого маршрута (рис.5).

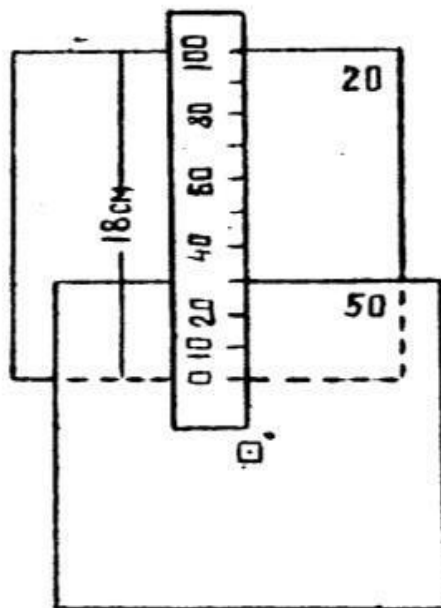


Рисунок 5 – Измерение поперечного перекрытия

Деление монтажной линейки, совпадающее с краем аэроснимка перекрывающего маршрута, будет указывать на величину поперечного перекрытия в процентах.

Помимо оценок поперечных перекрытий между каждыми двумя смежными маршрутами определяется средняя величина поперечных перекрытий для аэроснимков всей трапеции (табл. 3). Средняя оценка трапеции по поперечному перекрытию определяется путем деления суммы оценок на число их.

Таблица 3 – Шкала оценки поперечных перекрытий

Превышения в метрах			Оценка
до 200	до 800	свыше 800	
Поперечные перекрытия, %			
30-40	30-50	30-60	отлично
25-45	25-55	25-70	хорошо
20-50	20-60	20-75	удовлетворительно

Пример оформления результатов измерений и оценки величины поперечных перекрытий аэроснимков приводится в табл.4.

Таблица 4 – Пример оформления результатов измерений и оценки величины поперечных перекрытий

Номер Маршрута	Номера снимков смежных маршрутов	Поперечные перекрытия, %	Минимальное перекрытие, %	Максимальное перекрытие, %	Оценка

Величина поперечного перекрытия аэроснимков должна быть не менее 20%. Как малые, так и большие перекрытия аэроснимков для производства не пригодны. При стереоскопическом просматривании аэроснимков с продольным перекрытием менее 56% не удастся просмотреть стереоскопически всю площадь аэроснимка, и при недостаточном продольном перекрытии (менее 56%) невозможно построение по аэроснимкам фототриангуляционной сети. Большие перекрытия также недопустимы, так как приводят к разрушению стереоскопического эффекта.

Оценка прямолинейности маршрутов

Оценку прямолинейности маршрутов устанавливают по отклонениям главных точек аэроснимков от прямой линии, соединяющей главные точки первого и последнего снимков в маршруте (рис.6).

Измерив длину прямой и длину стрелки прогиба I , вычисляют величину отклонения в процентах по формуле:

$$P_n = 100 * I / L$$

Величина I является величиной перпендикуляра, опущенного из главной точки снимка, наиболее удаленной от прямой линии L .

I (отклонение) – расстояние от прямой по перпендикуляру максимально удаленного центра от прямой линии, мм

L – расстояние между центрами крайних аэрофотоснимков, мм.

Снимки того маршрута, у которого $P_n \geq 3\%$, бракуются.

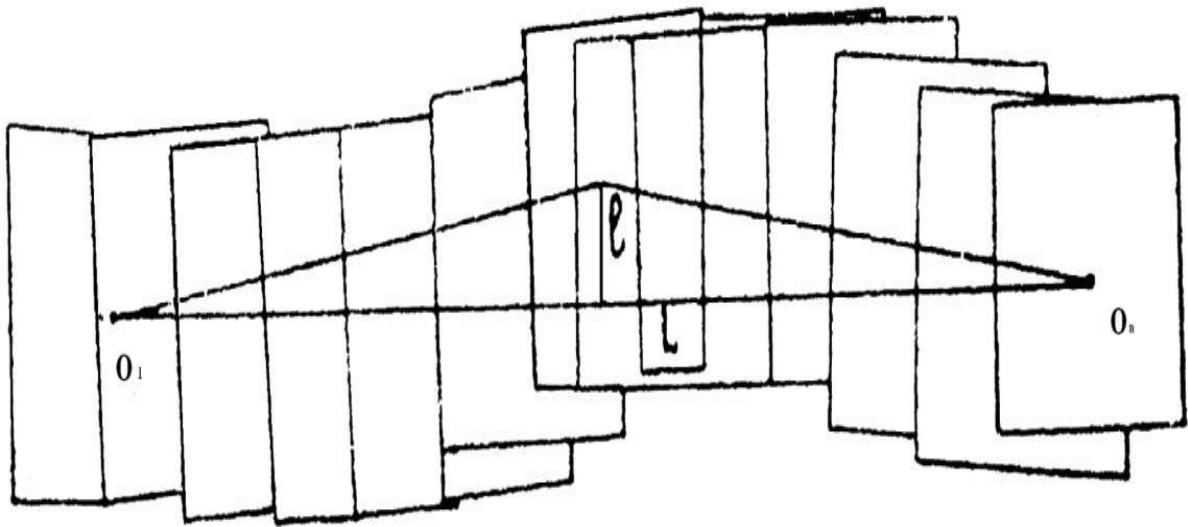


Рисунок 6 – Определение прямолинейности маршрута

Оценка прямолинейности при $P_n \leq 3\%$ производится по следующей шкале:

- 1% – отлично;
- 2% – хорошо;
- 3% – удовлетворительно.

Для удобства измерения величины P_n приходится разбирать общий накидной монтаж и укладывать снимки по отдельным маршрутам.

Для определения средней оценки по всей трапеции сумма оценок прямолинейности по отдельным маршрутам делится на число маршрутов.

Пример оформления результатов измерений и оценки прямолинейности маршрутов приводится в табл.5.

Таблица 5 – Оформление результатов

Номер маршрута	Длина маршрута, мм	Длина стрелы прогиба, мм	Процент прогиба, %	Оценка

Оценка разномасштабности снимков

Разномасштабность снимков получается вследствие рельефа местности, изменения высоты полета и влияния продольных и поперечных отклонений оптической оси аэрофотоаппарата относительно отвесной линии.

Чтобы установить величину разномасштабности, возникшую только от двух последних причин, следует при определении исключить влияние рельефа на разномасштабность. Эта задача может быть решена, если

разномасштабность снимков в продольном направлении определять путем измерения на смежных снимках расстояний между двумя идентичными точками, расположенными вдоль зоны перекрытия не близко от линий базиса (30-40 мм) и на равных расстояниях от нее. Линия, соединяющая эти две идентичные точки, должна находиться посередине зоны перекрытия, между центрами снимков (рис.7).

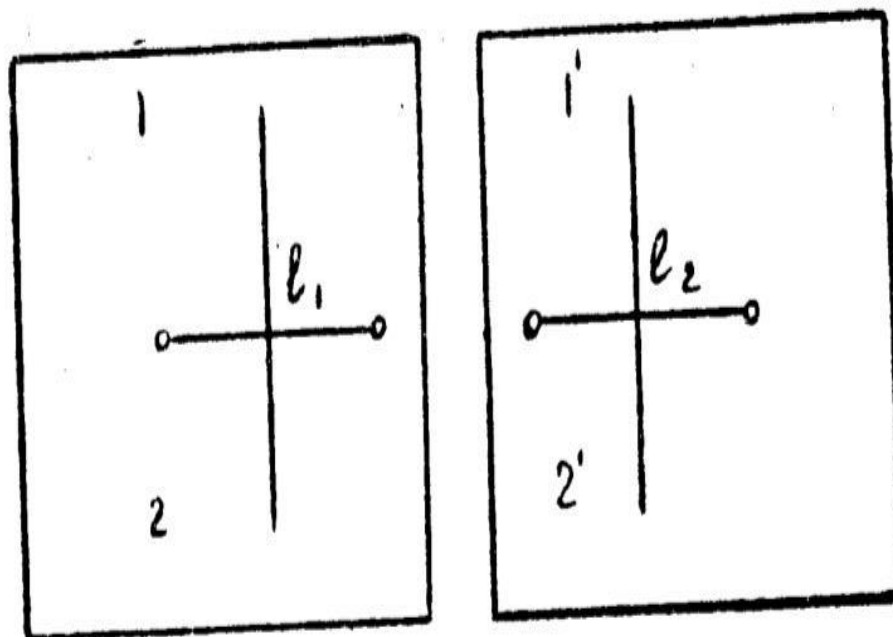


Рисунок 7 – Определение разномасштабности аэроснимков

Процент разномасштабности определяется по формуле:

$$P_{раз} = 100 (L_1 - L_2) / L_1 ; \text{ где } (2)$$

L_1 - расстояние между двумя точками на первом снимке, мм;

L_2 - расстояние между идентичными точками на втором снимке, мм.

Если более 2/3 расхождений имеют один и тот же знак, то качество съемки по разномасштабности признается неудовлетворительным.

Для оценки разномасштабности выводят средний процент и по следующей шкале проставляют соответствующий балл:

Отлично – 1-2%;

Хорошо – 3%;

Удовлетворительно – 4%.

Пример оформления результатов измерений по определению разномасштабности и ее оценка приводятся в табл.6.

Таблица 6 – Пример оформления результатов измерений по определению разномасштабности и ее оценки

Направление	Номер маршрута	Номера смежных снимков	Расстояния, измеренные на снимках в мм <i>L1 / L2</i>	Округленный процент разномасштабности	Оценка в баллах
Продольные					
Поперечные					

Оценка качества аэрофотоснимков

В производственных условиях эта работа производится путем визуального просмотра аэрофотоснимков и определения их соответствия существующим эталонам. Работа предусматривает определение студентом качества аэроснимков накидного монтажа по следующим придержкам:

Нормальный отпечаток – имеет однородную резкость и достаточную контрастность изображения, хорошо просматриваются все детали местности и заметен переход от освещенной части предмета к затененной.

Недодержанный отпечаток светло-серого цвета, мелкие детали плохо различимы, тени не выражены. Получается в результате недостаточного экспонирования при аэрофотосъемке или печати.

Передержанный отпечаток – темного тона, детали различаются плохо, тональность отсутствует. Получается в результате излишнего экспонирования при аэрофотосъемке или при печати.

Нерезкость изображения – чаще краевая, иногда на всем аэрофотоснимке.

Вуаль – отпечаток как бы затянут серой пленкой. Возникает при использовании старых реактивов или при наличии дымки в момент фотографирования.

Пузыри возникают на аэроснимке обычно при печатании в растворах разных температур.

Засветки от электроразрядов имеют форму резких штрихов или звездочек, возникают в результате статического напряжения при несоблюдении правил перемотки аэропленки.

Желтизна возникает в результате неудовлетворительного проявления или фиксирования аэрофотоснимков.

Белые пятна – изображение облаков.

Темные пятна – изображение теней от облаков. На смежных снимках имеют разную конфигурацию и плотность.

Механические повреждения – срыв эмульсии, царапины, заломы и др.

Различие цветового тона – цветопередачи между аэрофотоснимками разных маршрутов по всему накидному монтажу.

Оценка фотографического качества аэроснимков производится по следующим критериям:

отлично – 90% нормальных отпечатков от общего количества,

хорошо – 70-89%,
удовлетворительно – 50-69%,
неудовлетворительно – менее 50%.

После окончания работы по оценке аэрофотоснимков в фотограмметрическом и фотографическом отношениях результаты по вышеуказанным показателям сводятся в 3 сетку бланка. На их основе определяется общая среднеарифметическая оценка аэрофотосъемки исследуемого объекта.

Общая оценка качества аэроснимка

После оценки снимков по их фотографическому качеству дается общая оценка материалам аэросъемки, которая определяется как среднеарифметическая величина из средних баллов оценки качества залета по всем вышеуказанным показателям.

Оценка поперечных перекрытий и разномасштабности в поперечном направлении для первого и последнего маршрутов в трапеции производится при использовании смежных снимков других трапеций.

Пример записи результатов оценки качества аэросъемки приводится в таблице 7.

Таблица 7 – Бланк результатов

Показатели качества аэросъемки	Номера маршрутов				
	1	2	3	4	5
Продольные перекрытия	1	2	3	4	5
Поперечные перекрытия	-	-	-	-	-
Прямолинейность маршрутов	-	-	-	-	-
Разномасштабность снимков					
а) в прод. направлении	-	-	-	-	-
б) в попер. направлении					
Средняя оценка	-	-	-	-	-

Аэросъемка признается неудовлетворительной в следующих случаях.

Имеются снимки с продольным перекрытием меньше 56%.

Имеются снимки с поперечным перекрытием менее 20%.

Если непрямолинейность маршрутов превышает 3%.

При разномасштабности, превышающей 3%. Во всех случаях необходима новая съемка на площади всей трапеции или некоторой ее части.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Дешифрирование нелесных и не покрытых лесом земель
Трудоёмкость работы составляет 2 академических часа.

Цель работы: Освоить технику топографического дешифрирования по аэрофотоснимкам нелесных и не покрытых лесом насаждений и изучить их основные дешифровочные признаки.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются: аэроснимки.

Топографическое дешифрирование осуществляет опознание и количественную характеристику объектов местности, составляющих содержание топографических карт. Все полученные данные заносятся в бланк (рис.8).

Студент(ка) ___ группы _____

№ стереопары _____

Масштаб _____

Абрис рабочей площади



N	Категория площади	Вид участка: луг, вырубка	Дешифровочные признаки участка			
			Цвет изображения	Геометрическая форма	Четкость контуров	Примечание

Рисунок 8 – Форма бланка

После выполнения задания студент защищает работу преподавателю.

Рабочей площадью называется серединная, наименее искаженная часть аэроснимка, ограниченная со всех сторон линиями, проведенными по середине продольных и поперечных перекрытий.

При дешифрировании аэроснимков в пределах рабочей площади производится выделение таксационных участков и увязка выделов по границам.

Вначале отбирают средний аэроснимок и аэроснимок, перекрывающий его слева, которые совмещают по идентичным контурным точкам между собой, зарисовывают их положение и посередине перекрытия проводят

пунктиром прямую линию. На рис.9 средний аэроснимок изображен под номером 121, а перекрывающий слева – под номером 120. Далее берут средний аэроснимок (121) и аэроснимок, перекрывающий его справа (122), совмещают их по идентичным контурам, посередине перекрытия проводят пунктирную линию и зарисовывают их положение. Аналогично поступают с аэроснимками, перекрывающими средний аэроснимок сверху и снизу.

В результате получают прямоугольник с пунктирными границами, который и будет рабочей площадью аэроснимка №121. Рабочую площадь заштриховывают и рядом с ней записывают номера смежных снимков.

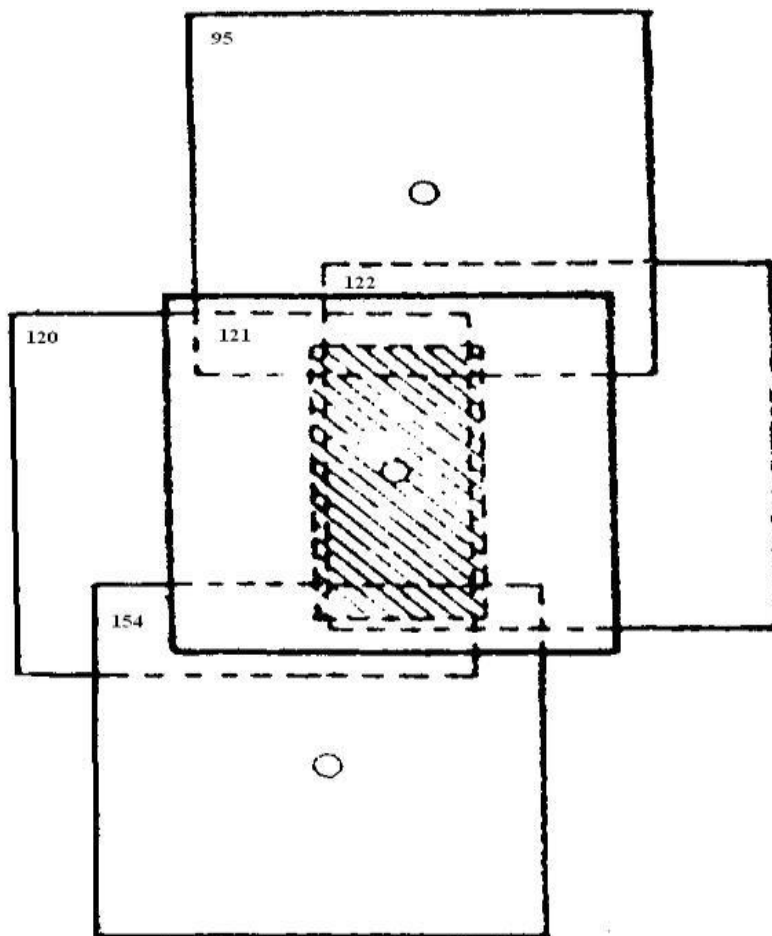


Рисунок 9 – Схема отграничения рабочей площади аэроснимка

Размеры рабочей площади аэроснимка вычисляют по формулам:

$$l_x = 1(100 - P_x) / 100$$

$$l_y = 1(100 - P_y) / 100$$

где l_x и l_y – размеры аэроснимка, см;

P_x и P_y – проценты продольного и поперечного перекрытий.

Размеры рабочих площадей получают в квадратных сантиметрах, а используя масштаб аэроснимка, их можно выразить в гектарах.

Для определения величины полезной площади необходимо вычислить ее радиус r . Для этого используются следующие показатели:

фокусное расстояние фотоаппарата f_k ,

допустимая величина искажения δ ,
угол общего наклона местности i или α – отклонение оптической оси АФА от вертикали, H – высота аэрофотосъемки,
 h – предельное значение превышений и понижений от уровней плоскости.

Сама полезная площадь вычисляется по формуле площади круга $\pi \cdot r^2$.

Нелесные земли

Сельскохозяйственные площади (пашни) имеют строго геометрические контуры. Тон изображения в пределах участка, занятого одной культурой, однородный и колеблется от светлого до темно-серого в зависимости от типа засеянной культуры и влажности почвы. На спектрзональных снимках свежевспаханная почва имеет зеленый цвет, сельскохозяйственные культуры – от желтого до светло-оранжевого.

Выгоны обычно располагаются со стороны въезда в населенный пункт, гранича с одной стороны с населенным пунктом, а с другой – с полем. Площадь его обычно неопределенной формы, тон на черно-белых снимках серый или темно-серый.

Сенокосы. Заболоченные сенокосы приурочены к берегам рек и озер, суходольные – к опушкам леса. Форма – неправильная, вытянутая. Тон изображения на черно-белых аэрофотоснимках однотонный: от серого до темного (при избытке влаги); на спектрзональных – светло-оранжевый, после сенокосения – светло-зеленый. Характерным признаком служат копны сена в виде светлых точек.

Железные дороги характеризуются прямолинейностью изображения полотна с наличием плавных, с большим радиусом закруглений поворотов. Вдоль поворотов хорошо просматриваются полосы отчуждения, снегозащитные посадки, станции, посты (при пересечении с грунтовыми дорогами) и др. Тон изображения светлый.

Шоссейные дороги имеют четко выраженную светлую прямолинейную форму с более закругленными поворотами, чем у железных дорог, и более узкими полосами отчуждения.

Грунтовые дороги на спектрзональных снимках имеют светло-зеленый или сине-зеленый цвет. В чистом лесу с полнотой 0,5-0,6 хорошо дешифрируются сквозь полог древостоя. Отличаются от шоссежных дорог более извилистой формой и более крутыми поворотами.

Карьеры имеют светлый тон и располагаются вдоль дорог. Характерным признаком служит веер ходов и короткая дорога до основной магистрали.

Верховые болота занимают понижения на водораздельных плато. Поверхность таких болот представлена сфагнумом, багульником, голубикой, клюквой, лишайником, морошкой, кассандрой, подбелом и пушицей. Древесная растительность хорошо просматривается в виде отдельных мелких деревьев, неравномерно разбросанных по площади участка. Контуры участка неправильные, с расплывчатыми границами.

На черно-белых снимках тон изображения серый, варьирующий от степени увлажнения. Светлые полосы отображают более повышенную поверхность, а более темным тоном представлены понижения с избыточным увлажнением. На спектрональных аэроснимках цвет верховых болот изменяется от желтого до желто-зеленого, сильно увлажненные места – от синего до сине-зеленого.

Переходные болота занимают промежуточное положение между верховыми и низинными и обычно покрыты лесом. Покров состоит преимущественно из сфагнома и осок. Тон переходного болота с сильной степенью увлажнения – темно-серый.

Низинные болота располагаются в поймах рек или пониженных местах среди насаждений. Поверхность представлена осоками, хвощем, и другими влаголюбивыми травами. Из древесных пород встречается ольха, ель и береза. На спектрональных снимках болота имеют оранжевый цвет.

Реки и озера имеют ясно выраженные границы. Реки в виде извилистых лент, озера, имеют округлые очертания. Тон изображения зависит от условий освещения, глубины водоема, характера грунта дна и чистоты воды. Глубокие водоемы с глинистым дном имеют более темный тон. У водоемов с песчаным или каменистым дном тон изображения светлее. При низком стоянии солнца тон водоема темный. В полдень, вследствие отражения солнечных лучей от поверхности воды, изображение более светлое. На спектрональных снимках цвет водоемов варьирует от синего до сине-зеленого. Старые русла рек имеют причудливую форму дуги, скобы и др.

Не покрытые лесом земли

Сплошные вырубki хорошо выделяются среди лесного массива ярким светлым тоном и прямолинейностью границ. Форма их обычно прямоугольная (реже другой геометрической фигуры). Хорошо просматриваются следы тракторной трелевки, кучи хвороста, оставленные семенники. На спектрональных снимках свежие вырубki желтовато-зеленоватого цвета, возобновленные лиственными породами – оранжевого, а хвойными – синезеленого цвета.

Гари характеризуются языковидными, резко изорванными границами, врезающимися в лесной массив. Хорошо просматривается рельеф местности, сухостойные деревья, валеж. Сухостойные деревья ясно выделяются по белым тонам крон.

Тон изображения гарей светлый или светло-серый. На спектрональных снимках гари выделяются ярко-синим или зеленовато-синим цветом.

Квартальные просеки в древостоях имеют вид прямых линий, образуя квартальную сеть квадратов или прямоугольников. В зависимости от затенения падающими от деревьев тенями на снимках имеют светлый или темный тон.

Прогалины образуются в процессе задернения из гарей и вырубок.

Отличаются от вырубок и пашен неправильной формой контуров. На спектрональных аэроснимках, в зависимости от травяного покрова, прогалины бывают от светло-желтого до зеленого цвета.

Ветровалы дешифрируются по характерному расположению поваленных деревьев вдоль направления ветра. На крупномасштабных снимках хорошо просматривается почти каждое лежащее дерево, его форма и длина.

Склады леса. Характерным признаком их является месторасположение вблизи рек, железнодорожных путей и лесовозных дорог. Штабеля бревен отличаются от поленниц дров большей шириной и более короткой тенью. К числу признаков склада относится также наличие жилых домов и изгородь, которая выделяется в виде светлой линии.

Осушительные каналы просматриваются на снимке в виде прямых темных линий, идущих параллельно друг другу и впадающих в одну собирательную канаву, впадающую, в свою очередь, в магистральную канаву или ручей. На спектрональных снимках изображаются синим цветом.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Дешифрирование лесных насаждений по преобладающим породам

Трудоёмкость составляет 4 академических часа.

Цель работы: освоить технику дешифрирования по аэрофотоснимкам лесных насаждений и изучить основные дешифровочные признаки отдельных пород.

Определение времени дня аэрофотосъемки

На снимке выбирается наиболее заметная тень от дерева. Вдоль нее проводится прямая линия до пересечения с линией С–Ю. Измеряется угол, образовавшийся между направлением меридиана на юг и линией падающей тени с точностью до минуты (рис.10).

Далее, исходя из того, что Солнце перемещается в час по небосводу на угол, равный $360^{\circ}:24 = 15^{\circ}$, измеренную величину делят на 15° .

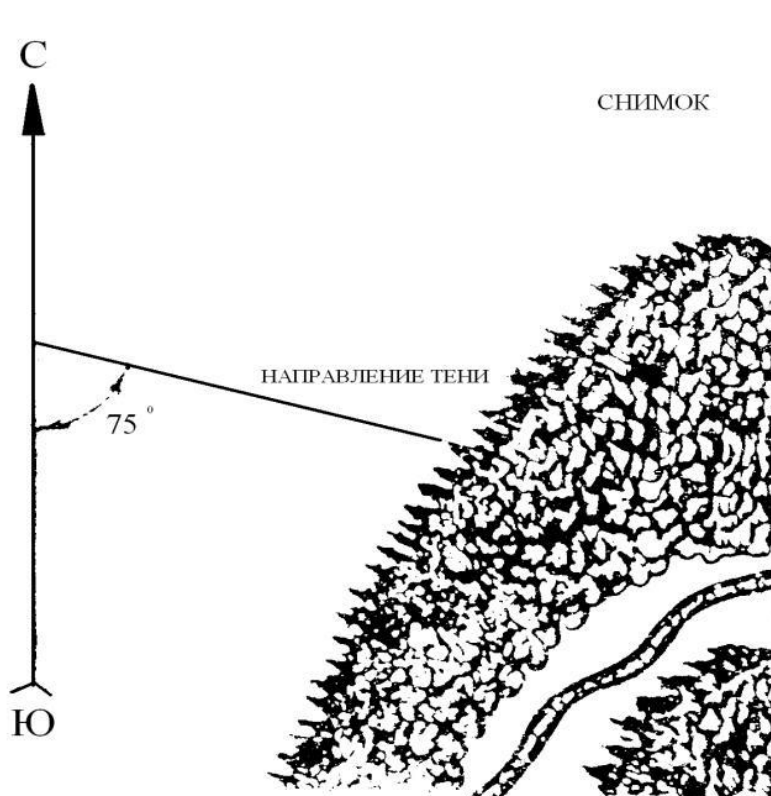


Рисунок 10 – Определение времени дня аэрофотосъемки

Солнце в 12 часов дня находится в зените, соответственно, направление падающих теней совпадет с линией С-Ю. Поэтому полученное значение вычитают из 12 часов, если тени направлены на северо-запад, или прибавляют, если они направлены на северо-восток.

Для дешифрирования студенты используют снимки, выданные им ранее.

Результаты определений вносятся в форму, расположенную ниже (рис.11).

Студент(ка) ___ группы _____

ПОДРОБНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОРОД

Признаки дешифрирования	Порода	Порода	Порода
1. Цвет проекции крон			
2. Форма проекций крон (в плане)			
3. Размеры проекций, м			
4. Форма собственной тени			
5. Переход от освещенной к затененной части кроны			
6. Степень выпуклости крон			
7. Форма крон (сбоку)			
8. Форма верхней части кроны			
9. Протяженность кроны, %			
10. Форма падающей тени			
11. Структура кроны			
12. Высота деревьев, полога			
13. Распределение деревьев по площади участка			
14. Дифференцированность крон			
15. Соотношение размеров крон и промежутков			
16. Общий рисунок полога			
17. Разновысотность			
18. Просматриваемость полога в глубину			
19. Сомкнутость полога			
20. Местоположение участка			
21. Характер смешения пород			
22. Наличие второго яруса			

Рисунок 11 – Бланк для заполнения

При дешифрировании лесных площадей следует воспользоваться видимыми на аэроснимке показателями древостоев. Основные придержки для описания признаков дешифрирования приведены в Бланк-карте дешифровочных признаков древостоев (рис.12).

Для выполнения задания в рабочей части аэроснимка выделяют однородные участки по совокупности прямых и косвенных признаков дешифрирования. Выделенные таксационные участки зарисовывают и нумеруют в графе “Абрис дешифрируемого участка”. Далее подбирают чистые древостои сосны, ели, березы, осины и производят их таксационное дешифрирование.

ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ ДРЕВОСТОЕВ

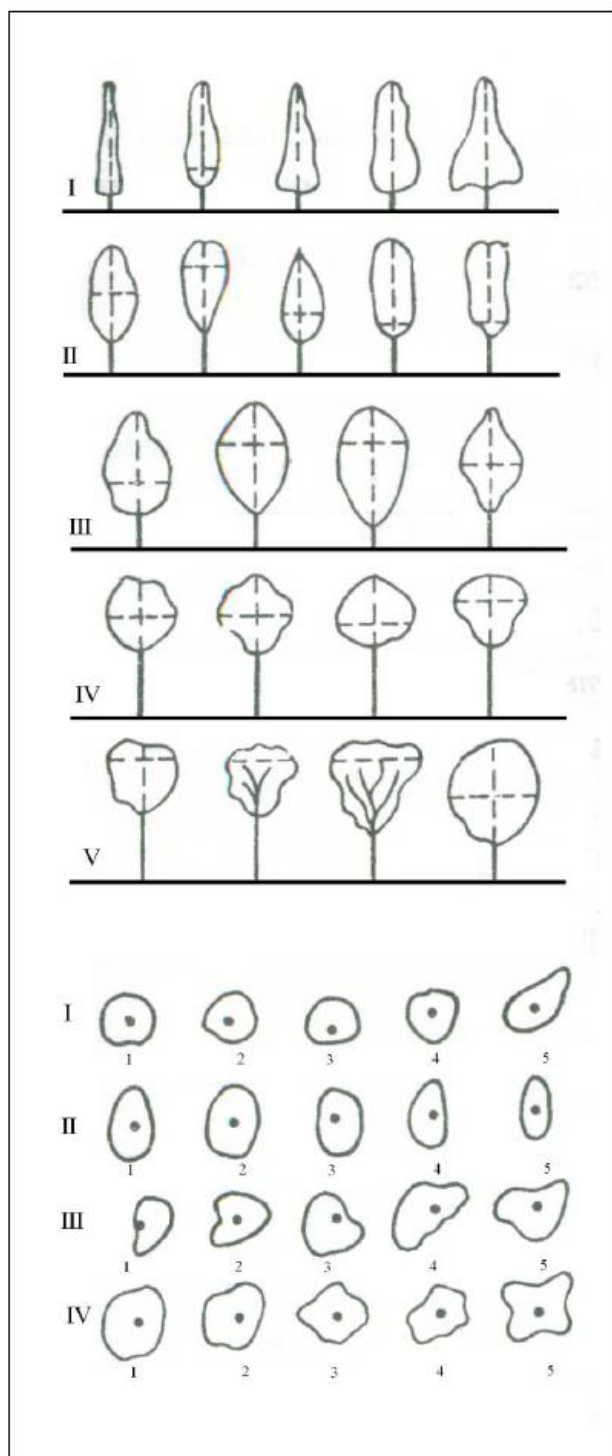
Признаки дешифрирования	Код признака				
	01	02	03	04	05
1. Цвет проекции крон	Сопоставляется со шкалой цветов				
2. Форма проекций крон (в плане)	Согласно классификации Г.Г. Самойловича				
3. Размеры проекций, м	Измеряются средние диаметры крон с точностью до 1м				
4. Форма собственной тени	Треуголь-ная	Подково-образная	Овальная	Неопределен-ная	Неразличима
5. Переход от освещенной к затененной части кроны	Резкий		Постепенный		Неразличим
6. Степень выпуклости крон	Плоская	Невыпуклая, остро-конечная	Слабо выпуклая	Выпуклая	Неразличима
7. Форма крон (сбоку)	Согласно принятой классификации				
8. Форма верхней части кроны (сбоку)	Конусо-видная остро-конечная	Конусо-видная загуплен-ная	Парабо-лоидная	Закруг-ленная	Плоско-вершин-ная
9. Протяженность кроны (% от высоты)	менее 25%	25%	50%	75%	более 75%
10. Форма падающей тени	Конусо-видная	Парабо-лоидная	Эллипсо-видная	Округ-лая	Прямо-угольная
11. Структура кроны	Не выраже-на	Выражена слабо		Выражена	Не различима
12. Высота деревьев, полога	Измеряется как средняя из нескольких замеров с округлением до 1 м				
13. Распределение деревьев по площади участка	Равномерное	Групповое		Куртинное	Смешанное
14. Дифференцированность крон	Не выделяются	Группы крон		Значительное кол-во	Абсолютное большинство
15. Соотношение размеров крон D_k и промежутков L_n	$L_n < D_k$	$L_n = D_k$		$L_n > D_k$	
16. Общий рисунок полога	Крапчатый	Штриховатый		Струйчатый	Лабиринто-образный
17. Разновысотность	Не выраже-на	Выражена слабо		Выражена	Выражена резко
18. Просматриваемость полога в глубину	Не просматривается	Просматривается до $H_{дк}$		До поверхности земли	
19. Сомкнутость полога	0,3-0,4	0,5	0,6	0,7	0,8-0,9
20. Местоположение участка	Котловина	На склоне		Рельеф не выражен	
21. Характер смешения пород	Равномерное	Куртинное		Неравномерное	Не выражено
22. Наличие второго яруса	Густой	Редкий		Нет	Не различается

Рисунок 12 – признаки дешифрирования.

Таксационное дешифрирование выдела заключается в анализе 24 признаков дешифрирования насаждений. Студенту необходимо описать цвет проекции крон, их формы, размеры, переход к затененной части, степень выпуклости и т.д.

Заполнение соответствующих строк можно производить в развернутой или кодированной формах (рис.13). Например, при ответе на вопрос 7 о

форме крон (сбоку) можно ответить: Форма крон ели в основном конусовидная (50-60%), узкоконусовидная (30%) и ширококонусовидная (20%). Второй вариант ответа: Ель – 1,3 (50- 60%); 1,1 (30%), 1,5 (20%).



Классификация форм крон деревьев: ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИИ

I. Конусовидные:

1- узкоконусовидная, 2- узкопирамидальная, 3-конусовидная, 4-тупоконусовидная, 5- ширококонусовидная.

II. Эллипсовидные: 1-эллипсовидная, 2-овально-конусовидная, 3-конусовидно-овальная, 4-цилиндрическая, 5-неправильно-цилиндрическая.

III. Параболоидные: 1-параболоидная, 2- полукругло-овальная, 3-полукругло-длинновытянутая, 4-ромбовидная.

IV. Шаровидные: 1-шаровидная, 2- неправильно-округлая, 3-сфероидальная, 4- широкоовальная.

V. Плосковершинные: 1-плосковершинная, 2-плосковершинно-узурчатая, 3-зонтичная, 4-куполообразная.

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИИ КРОН

I. 1-округлая, 2-неправильно-округлая, 3- ассиметрично-округлая, 4- округло-вытянутая, 5-округло-длинновытянутая.

II. 1- эллипсовидная, 2-расширенно-эллипсовидная, 3-неправильно-эллипсовидная, 4-ассиметрично-выпукло-вытянутая, 5-выпукло-вытянутая.

III. 1-5 – односторонне-сжатые и неправильно-однобоко-сжатые.

IV. 1,2,4 –неправильные, 3-ромбовидная, 5- узурчатая.

Рисунок 13 – Классификация крон.

При ответе на вопросы, связанные с размерами, протяженностью или высотой, необходимо произвести соответствующие измерения стереомоделей насаждений. Для этого следует воспользоваться горизонтальным и вертикальным масштабам. Все измерения производятся глазомерно или с помощью простейших приборов.

Полностью оформленное задание сдается преподавателю на проверку и

считается защищенным после исправления и анализа причин допущенных ошибок.

Характеристика дешифровочных признаков лесных насаждений.

Сосна имеет округлую форму проекций крон. Промежутки между кронами появляются в древостоях, начиная со II класса возраста. Древостои средней полноты хорошо просматриваются до поверхности земли. В чистых насаждениях разновысотность не выражена; довольно равномерна и степень сомкнутости крон. Кроны сосны в спелом возрасте кажутся выпуклыми и высоко приподнятыми над землей. Это достигается за счет плавного перехода от освещенных сторон к затененным. В краевых частях снимка наклонные кроны имеют обычный вид их сбоку. Крона в молодых насаждениях имеет конусовидную, в спелых насаждениях – преимущественно параболоидную, сфероидальную или яйцевидную форму. Размеры проекций однообразны, что способствует однотонности изображения.

Примесь других пород нарушает однообразие рисунка, появляются зерна более светлых (осина) или темных пород (ель, пихта). Цвет крон на цветных снимках зеленый, светло-зеленый, в молодняках и средневозрастных насаждениях – с коричневым оттенком.

Лиственница в спелом возрасте имеет неправильно-параболоидные, эллипсовидные формы крон, а в более молодом возрасте – конусовидные. Изображение крон на снимке неправильно-округлой формы. Длина крон доходит до половины высоты деревьев. Крона хорошо проницаема для солнечных лучей. В центре снимка в проекции крон в виде звездочки хорошо просматриваются ветви. Разновысотность несколько больше, чем в сосновых древостоях, но меньше, чем в еловых. Различаемость крон в пологе леса наступает в конце второго класса возраста. В насаждениях лиственница распределяется неравномерно группами или куртинами. В спелых насаждениях переход от освещенной части кроны к затененной постепенный, в средневозрастных – резкий. При полноте 0,8 и выше имеют значительную степень сомкнутости крон. Земная поверхность просматривается при полноте 0,5 и ниже. На спектрональных снимках кроны лиственницы светло- или темно-оранжевые, что резко отличает ее от других пород, но приближает к березе.

Ель имеет форму проекций крон звездчатого типа, с изрезанными остроугольными очертаниями. Переход от освещенной части кроны к затененной резкий. В молодых и средневозрастных древостоях хорошо заметна островершинность.

Крона занимает до $\frac{3}{4}$ общей высоты дерева и имеет конусо-эллипсовидную форму. Спелые насаждения характеризуются разновысотностью и неравномерным размещением деревьев по площади участка. По этой причине наблюдается ступенчатость в сомкнутости полога.

Просматриваемость полога в сомкнутых древостоях до половины высоты. Промежутки между кронами появляются в древостоях II класса возраста. Тени, падающие от крон деревьев, затеняют почти все промежутки между кронами, создавая тем самым характерный полосатый или

штриховатый рисунок. На цветных снимках тон изображения – темно-зеленый.

Пихта имеет те же признаки дешифрирования, что и ель. Для пихты характерна большая вытянутость и заостренность вершин крон, чем для ели.

Кедр имеет ряд специфических особенностей в изображении на аэрофотоснимках. В молодом возрасте крона кедра конусовидной формы. В возрасте 30-50 лет в связи с сильным развитием боковых побегов она принимает вид вытянутого параболоида. С ослабеванием роста в высоту крона приобретает вид цилиндра, но слабая заостренность сохраняется до 150 лет. К 200 годам развиваются боковые побеги, и часто крона становится многовершинной с неправильной формой. Протяженность кроны достигает в среднем половины высоты.

Значительной разновысотности в пологе древостоя не наблюдается. Переход от освещенной части кроны к затененной постепенный.

Проекция крон округлые с некоторой выпуклостью. Деревья располагаются по площади участка равномерно. Падающие тени примыкают непосредственно к проекциям крон. На цветных снимках кроны кедра зеленого цвета со слабым синеватым оттенком. Начиная с полноты 0,6 и ниже, древостой хорошо просматривается до поверхности земли.

Береза в спелом возрасте имеет яйцевидную, параболоидную или полушаровидную форму. Длина кроны до половины высоты дерева. Разновысотность полога не выражена. Степень сомкнутости полога значительная. Формы проекций крон округлые. Переход от освещенной части кроны к затененной постепенный.

Выпуклость крон наиболее четко выражена в возрасте 40-60 лет. В старшем возрасте крона березы более плоская. Падающие от молодняков тени – остроконечны, в средневозрастных насаждениях – эллипсовидной формы, в спелом возрасте – тупые или закругленные. На спектрональных аэрофотоснимках кроны желто-оранжевые. Порослевые древостои хорошо дешифрируются в виде «гнезд», состоящих из 4 и более деревьев. В целом изображение березовых насаждений на аэроснимках отличается достаточной однородностью рисунка без резких различий в тонах изображения крон и промежутков между ними. Березняки отличаются от сосняков большей слитностью крон и светлее по тону изображения.

Осина. Крона расположена в верхней трети ствола. При рассматривании в стереоскоп это приводит к ощущению оторванности от земли. В натуре крона в молодых насаждениях острая, в средневозрастных – параболоидная или эллипсовидная, в спелых насаждениях округлая, полушаровидная, шаровидная. Кроны максимально расширяются кверху. Это приводит к слабой выпуклости. Разновысотность не выражена.

Сомкнутость полога значительная во всех возрастах. Для осины характерно расположение группами или куртинами. На спектрональных аэрофотоснимках кроны осины от оранжевого до красновато-оранжевого цвета. Осиновые листья, расположенные на длинных черешках, находятся в постоянной вибрации даже от слабой силы ветра, вызывающей сильное отражение солнечного света. Поэтому на снимках кроны деревьев осины

выглядят ярче, чем у остальных пород. До 30-летнего возраста кроны отдельных деревьев не выделяются, с 30 до 60 лет формы проекции крон округлые или шаровидные, старше 60 лет – плоские с разорванными краями.

Дуб имеет преимущественно разветвленную крону яйцевидной или цилиндрической формы, опущенную до половины высоты дерева. Форма проекции кроны неправильная, узорчатая с рассеченными краями. Переход от освещенной части кроны к затененной резкий. Дуб, как порода светолюбивая, имеет небольшое варьирование высот. На спектральных аэрофотоснимках дуб изображается оранжево-бурым или коричневатобурым цветом. Дуб хорошо отличается от других пород по формам падающих теней, передающих неправильную форму крон с затупленной вершиной.

Липа, как правило, с преобладанием участвует в смешанных насаждениях с примесью к ней дуба, клена, березы, ильма, осины, ели или пихты. Форма ее кроны в молодом возрасте (до 20 лет) выглядит в виде вытянутого к вершине эллипса. С возрастом она становится округлой, обратнойяйцевидной или полушаровидной. При порослевом происхождении и в спелом возрасте – плоская. Длина кроны доходит до половины высоты дерева. Хорошо выражена разновысотность и плохая просматриваемость в глубину. На аэроснимках форма проекций крон изображается в виде отдельных деревьев с округлыми, слабовыпуклыми очертаниями. На спектральных аэрофотоснимках цвет – оранжевый. Сомкнутость полога выше относительной полноты на 0,1-0,3 единицы.

Черная ольха обычно занимает влажные, сырые и мокрые участки пойм рек. Крона в спелых сомкнутых насаждениях составляет примерно 1/3 высоты дерева. Форма крон в молодых древостоях конусовидная, а в спелых – обратнойяйцевидная. На аэроснимках кроны отдельных деревьев неправильно округлой формы, слегка выпуклые, без четких очертаний. Проекция крон на аэрофотоснимках начинают различаться с III класса возраста.

В чистых насаждениях разновысотность отсутствует, плохо просматривается в глубину. Переход от освещенной части кроны к затененной резкий. Тон изображения на спектральных аэрофотоснимках желто-оранжевого или красно-оранжевого цвета.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: Определение основных таксационных показателей древостоев методом инструментально-измерительного дешифрирования
Трудоёмкость составляет 4 академических часа.

Цель работы: ознакомиться с приборами и техникой инструментального дешифрирования. По аэрофотоснимкам определить среднюю высоту, диаметр, диаметр проекций крон, сомкнутость полога, состав, густоту, возраст, класс бонитета, запас древостоя и фитомассу крон.

Определение высоты отдельных деревьев

При определении высот отдельных деревьев наиболее известными способами являются: глазомерно-стереоскопический, по разности продольных параллаксов и по длине падающей тени. Из них наибольшее применение получили два последних способа.

При определении высоты **глазомерно-стереоскопическим** способом используют вертикальный (глубинный) масштаб аэроснимков и стереоскопическую высоту дерева. Точность этого способа зависит в первую очередь от опыта и остроты зрения дешифровщика.

Сущность способа заключается в следующем. При рассматривании изображения под стереоскопом к измеряемому дереву прикладывается полоска миллиметровой бумаги, конец которой загибают кверху (рис.14). По длине отогнутой части определяют стереоскопическую высоту дерева h_c . Для определения высоты дерева используют следующую формулу:

$$h = h_c * M_{\text{вер}},$$

где h_c – стереоскопическая высота древостоя, мм; $M_{\text{вер}}$ – вертикальный масштаб аэрофотоснимка.

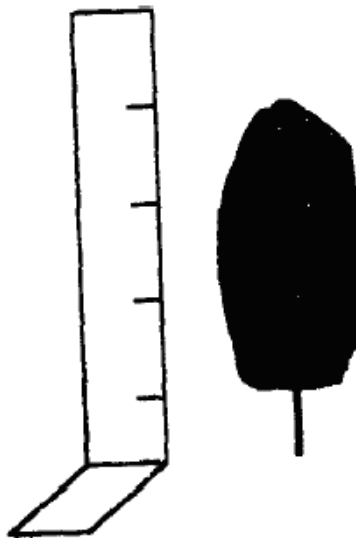


Рисунок 14 – Измерение стереоскопической высоты дерева

Пример. Дано: стереоскопическая высота дерева $h_c=4$ мм, $M_{\text{вер}}=4\text{м/мм}$. Соответственно высота дерева равняется: $h=4*4=16$ м.

Определение высот деревьев по разности продольных параллаксов производится на стереопаре под стереоскопом при помощи параллаксометров со специальными приспособлениями в виде визирных марок, нанесенных на стекла (нитевидных, точечных, крестообразных и др.)

Принципиальное устройство параллаксометра показано на рис. 15.

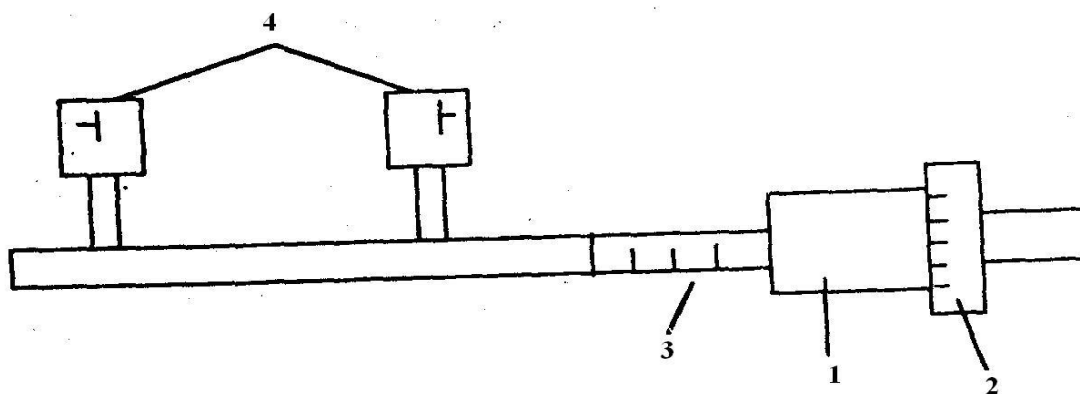


Рисунок 15 – Схема устройства параллаксометра

Прибор состоит из:

корпус,

микрометрический (параллактический) винт,

макрометренная шкала,

маркодержатели.

Значения параллаксов в целых единицах снимают со шкалы (3), сотых долей – со шкалы микрометрического винта (2).

Техника измерения разности продольных параллаксов сводится к следующему (рис.16). На стереопару (снимки P_1 и P_2), совмещенную в стереоизображения под стереоскопом, помещают параллаксометр. При помощи параллактического винта иллюзорно совмещают измерительные марки M_1 и M_2 на точках a_1 и a_2 в одну целую стереоскопическую марку M .

При этом точки a_1 и a_2 сольются в одну точку A . Вращение параллактического винта приводит к смещению марки M_1 в положение M_1' . Такое смещение ощущается как пространственное смещение марки M по высоте (глубине) в положение M' .

Положение стереоскопической марки фиксируется на шкалах параллаксометра. Для вычисления разности продольных параллаксов надо найти разность отсчетов марки в положении M_1 и M_1' .

Для определения высоты дерева отсчеты параллаксов снимаются с кроны измеряемого дерева, затем с поверхности Земли. Соответственно марки параллаксометра совмещают попеременно с вершиной кроны дерева и поверхностью земли. Разница этих двух отсчетов дает разность продольных параллаксов, которая определяет превышение одной точки над другой.

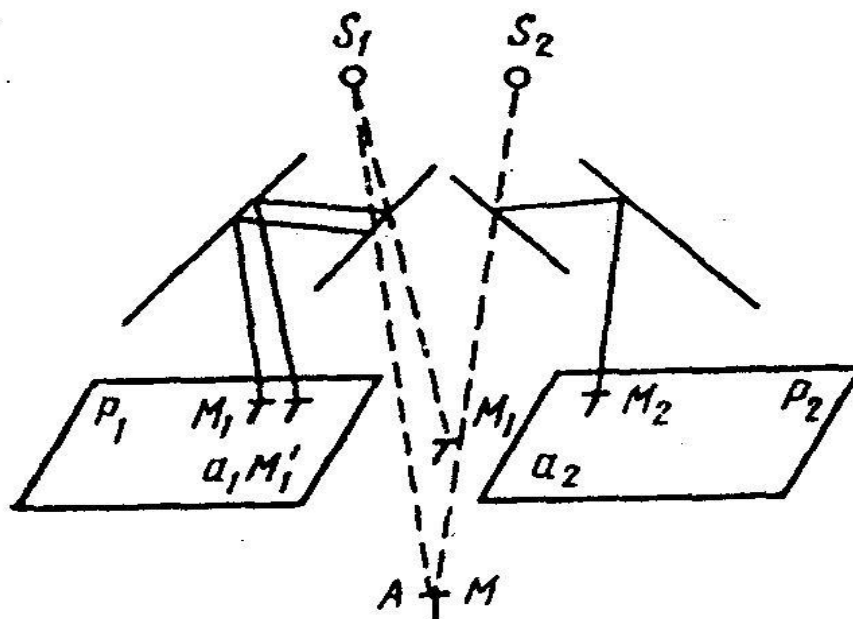


Рисунок 16 – Схема получения разности продольных параллаксов

Измерения проводятся в двух повторностях. Если разница измерений не превышает $\pm 0,05$ мм, то вычисляют среднее значение; в противном случае измерения повторяют. Вычисление высот деревьев производится по формуле (40):

$$h = H * V / \Delta p$$

Пример. Дано: $H=1500$ м, $V=120$ мм, $\Delta p=1,44$ мм. Подставим исходные значения в формулу. $h_d = 1500 * 1,44 / 120 = 18$ м

В районах с горным рельефом (с превышениями более 10% высоты фотографирования) для измерения высот деревьев применяют формулу.

$$h_d = \Delta p (H - 2h) / V, \quad (41)$$

где H , V , Δp – те же величины, что и в формуле (40); h – превышение рельефа над уровнем местности, м. **Пример.** Дано: $H=1200$ м, $h=150$ м, $V=70$ мм, $\Delta p=1,3$ мм

В данном случае высота дерева будет равна: $h_d = 1,3(1200 - 2 * 150) / 70 = 16,7$ м.

При измерении высоты дерева по длине падающей тени необходимо знать широту местности, длину тени, масштаб аэроснимка, дату и время дня аэрофотосъемки. Длина падающей тени измеряется миллиметровой линейкой от центра кроны до вершины тени. Этот способ используется только в том случае, если тени падают на ровную и открытую поверхность.

Высота дерева определяется по формуле:

$$h_d = L * n * k,$$

где L – длина тени, мм;

n – коэффициент масштаба; k – коэффициент относительной длины тени.

Значения коэффициентов относительной длины тени приведены в таблице 8. Коэффициент масштаба n при масштабе 1:5000 равен 0,5, при 1:10000 – 1,0, при 1:15000 – 1,5, при 1:17000 – 1,7 и т. д.

Таблица 8 – Таблица коэффициентов длин теней для определения высот деревьев и древостоев при широте местности 56°

Время дня, ч Число и месяц	07.00	07.30	08.00	08.30	09.00	09.30	10.00	11.00
1-V	3.85	4.76	5.65	6.49	7.46	8.47	9.43	10.87
11-V	4.35	5.20	6.17	7.14	8.13	9.35	10.31	12.05
21-V	4.76	5.65	6.62	7.69	8.69	9.90	11.11	13.16
31-V	5.00	5.95	6.99	8.13	9.26	10.52	11.76	13.89
10-VI	5.21	6.13	7.14	8.26	9.43	10.75	12.05	14.49
20-VI	5.24	6.13	7.14	8.26	9.43	10.87	12.19	14.49
30-VI	5.03	5.95	6.99	8.13	9.26	10.53	12.05	14.28
10-VII	4.76	5.68	6.76	7.81	8.93	10.20	11.49	13.89
20-VII	4.55	5.43	6.41	7.46	8.55	9.80	10.99	12.99
30-VII	4.17	5.00	5.92	6.99	7.94	9.17	10.20	12.19
9-VIII	3.70	4.55	5.56	6.41	7.41	8.40	9.52	11.24
19-VIII	3.33	4.17	5.08	5.88	6.76	7.69	8.62	10.10
29-VIII	2.86	3.57	4.56	5.32	6.25	7.04	7.75	9.01

Пример. Дано: широта местности 56° , время съемки – 09 часов, дата 10 июня, $L=2,4$ мм, масштаб 1:10000. Используя вышеназванные придержки по коэффициенту масштаба в таблицу 8 вычисляем высоту дерева: $h_d=2,4*1*9,43=22,6$ м.

Измерение диаметров крон, D_k

Диаметр крон деревьев, как наиболее легко определяемый при работе со снимками и имеющий тесные корреляционные связи с другими невидимыми на аэроснимке таксационными показателями, является важным показателем при измерительном дешифрировании.

Измерение диаметров проекций крон на аэрофотоснимках производится при помощи измерительной лупы, синусной линейки, шкалы отрезков и др. При помощи этих приборов, накладываемых на измеряемую по аэрофотоснимку поверхность, производятся отсчеты диаметров крон в двух взаимно-перпендикулярных направлениях (север-юг, восток-запад) с точностью до 0,1 мм. Полученное среднее значение, умноженное на коэффициент масштаба, и является средним диаметром кроны. Диаметр кроны можно также получить при помощи стереоизмерительных приборов. В стереоизображении измерительную марку параллаксометра помещают на одну сторону кроны, а затем на другую. Среднее из этих отсчетов, снятых на

параллактическим винте в масштабе снимка, и определит величину диаметра кроны.

По шкале отрезков определяют диаметр кроны, сопоставляя ее длину с соответствующим отрезком на шкале.

Таблица 9 – Определение среднего диаметра кроны

Направление измерений	Диаметры измеренных крон, мм	Количество измеренных крон	Сумма диаметров	Средний диаметр крон, мм
С-Ю	0,3;0,4;0,5;0,3;0,5; 0,4;0,6;0,4;0,5;0,4;0,5 0,6;0,5;0,4	15	6,8	
В-З	0,4;0,3;0,5;0,4;0,6;0,4; 0,3;0,5; 0,5;0,6;0,5;0,4;0,5;0,4; 0,5	15	7,0	
Итого		30	13,8	0,5

По шкале кружков диаметр кроны вычисляют путем совмещения с кружком, который соответствует ее поперечнику.

Для получения достоверных показателей во всех описанных способах необходимо измерять диаметры крон не менее чем у 10-20 деревьев, расположенных ближе к центральной части снимка. Среднее значение D_k древостоя вычисляется как среднеарифметическое значение от числа обмеров. Все записи обмеров производятся по приведенной форме (табл.10).

Далее через масштаб снимка вычисляют фактический средний диаметр обмеренных крон в метрах.

Пример. Масштаб снимка равен 1:15000. Значит, средний диаметр обмеренных крон будет равен $0,5 \cdot 15 = 7,5$ м.

Сомкнутость полога, P_s

Сомкнутость полога в большей степени является качественным показателем, характеризующим степень использования древостоем солнечной энергии. Различают горизонтальную и вертикальную (ярусную) сомкнутость полога. Горизонтальную сомкнутость создают кроны деревьев, смыкающиеся примерно на одной высоте h_{dk} . При вертикальной же сомкнутости верхняя часть крон деревьев второго яруса достигает или входит в нижнюю часть полога 1 яруса (рис.17). В многоярусных насаждениях, состоящих из нескольких пород, имеющих разные высоты, формы и длины крон, наблюдается вертикально-ступенчатая сомкнутость.

Под степенью горизонтальной сомкнутости полога насаждений понимают отношение суммы площадей проекций крон, составляющих полог насаждения, без учета перекрытий между соседними кронами деревьев, к общей площади исследуемого участка.

Самым точным, но наиболее трудоемким способом определения

сомкнутости полога является сплошной обмер проекций крон. Для этих целей рекомендуется использовать аэрофотоснимки крупного масштаба до 1:1000. На снимке выделяют участок насаждения, на котором определяют сумму всех проекций крон видимых деревьев. Эту сумму относят к общей площади участка. Частное от деления и будет сомкнутостью полога исследуемого древостоя.

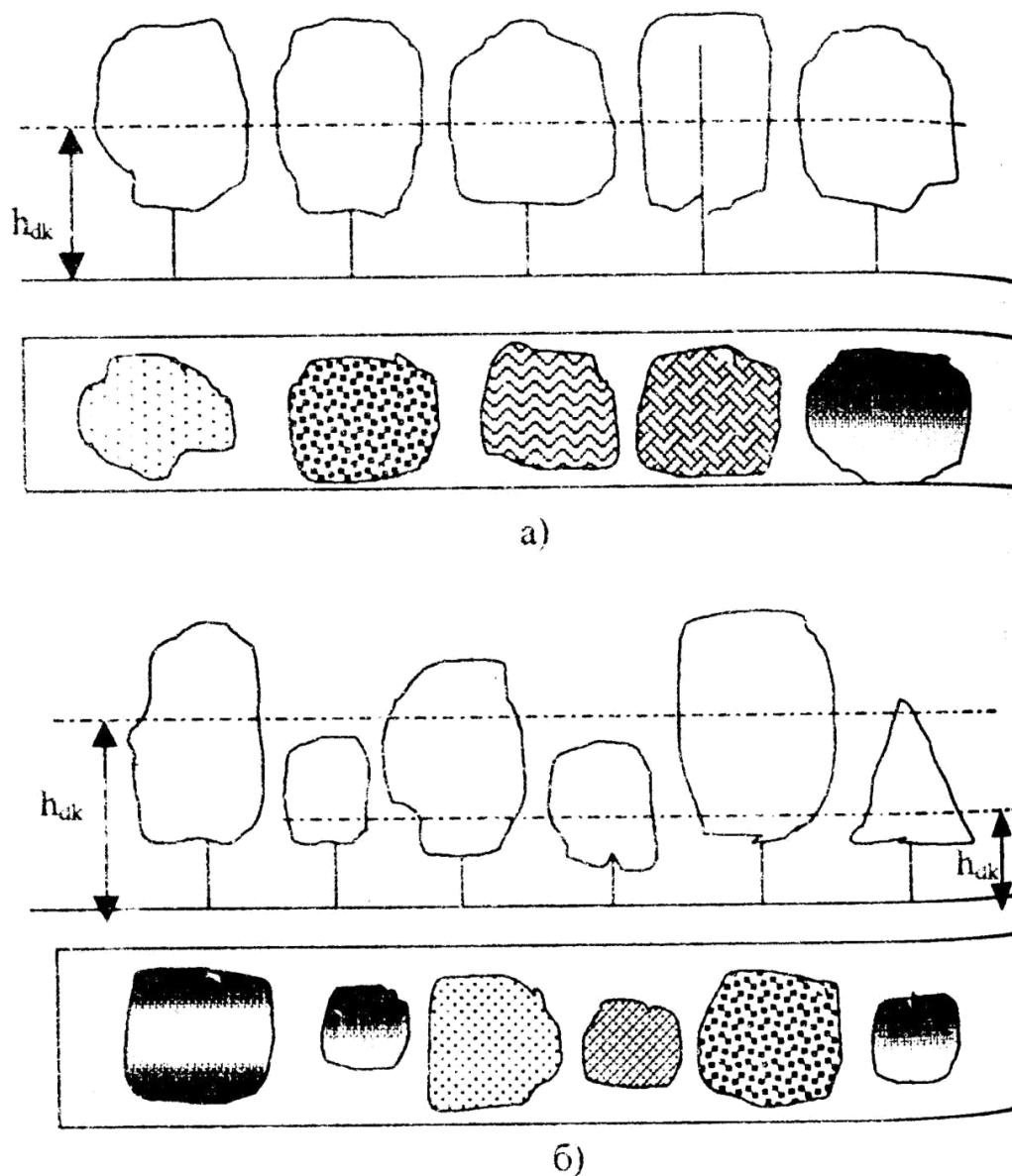


Рисунок 17 – Сомкнутость полога крон древостоя:

- а) горизонтальная
- б) вертикальная

Наибольшее применение определения сомкнутости полога в практике лесного дешифрирования аэрофотоснимков нашел метод **точечной палетки**. Точечная палетка представляет собой прозрачную целлулоидную пластинку с нанесенными на ней на равном расстоянии точками. Расстояние между

точками выбирается в зависимости от масштаба аэроснимков. Палетка накладываемая на исследуемый древостой. При помощи лупы подсчитывается количество точек, попавших на кроны деревьев. Полученная сумма делится на общее количество точек на палетке. Частное от деления будет показателем сомкнутости полога древостоя.

Следующий способ определения сомкнутости полога заключается в измерении изображения проекций крон, выходящих на прямую линию. Для этого в центральной части аэроснимка проводят прямую линию длиной 10-20 мм и при помощи мерной лупы измеряют длину отрезков ограниченных кронами деревьев. Сумма отрезков делится на общую протяженность линии. Частное будет показывать сомкнутость полога древостоя.

В пределах дешифрируемого участка рекомендуется сделать до трех измерений сомкнутости полога древостоя. Средняя величина из всех измерений дает среднюю сомкнутость полога исследуемого насаждения.

Полнота, P

В лесной аэрофотосъемке относительная полнота насаждений определяется по степени сомкнутости полога. При учете этих двух взаимосвязанных признаков следует принимать во внимание следующее.

1) Фон проектируемых насаждений. В насаждениях с полнотой ниже 0.5 хорошо просматриваются все участки земной поверхности. Проекция крон соответственно на светлом фоне кажется меньше своих размеров. Поэтому представляется меньшей и степень сомкнутости.

2) Степень стереоскопической просматриваемости древостоев в глубину, которая варьирует в зависимости от времени дня и года аэрофотосъемки.

3) Особенности строения верхней части полога насаждений, наличие или отсутствие второго яруса. Деревья с округлыми и тупыми проекциями крон (лиственные) дают преувеличенное представление о сомкнутости полога, а с остроконечными – преуменьшенное (еловые насаждения).

При учете вышеназванных признаков можно более точно определить степень сомкнутости полога, а от нее перейти к полноте насаждений.

Полнота чаще всего определяется по уравнениям, графикам и таблицам взаимосвязей. Для лабораторных работ при дешифрировании аэрофотоснимков рекомендуется использовать следующие уравнения:

Сосна $P=1,415 P_s + 0,050$ В.И. Сухих

Береза = $P_s + 0,21$ С.В.Вавилов

Число деревьев, N

Этот показатель можно определить только по числу видимых крон полога насаждения. Связь между истинным числом деревьев в исследуемом насаждении и количеством видимых крон, на аэроснимках устанавливают экспериментальным путем по данным таксационно-дешифровочных

площадей. Соотношение между этими показателями зависит от состава и возраста насаждений, времени и условий, масштаба и качества аэрофотосъемки.

Для подсчета числа деревьев используют обычно палетки, имеющие кружки различной площади применительно к масштабу аэрофотоснимка. Палетку с круговой площадкой, в которую попадает 30-50 крон, помещают на центральную часть аэрофотоснимка. С помощью лупы или стереоскопа подсчитывают количество видимых крон полого древостоя. Кроны, которые находятся на границе пробной площади, учитывают только в том случае, если в пробу входит больше половины ее части. Пересчет крон делается в 3-5 местах, и из полученных значений вычисляется среднее. Полученное среднее число деревьев на круговой площадке пересчитывают через масштаб аэроснимка на 1 га.

Полученное значение видимых крон деревьев необходимо откорректировать на процент неучтенных деревьев. Например, на аэрофотоснимках масштаба 1:10000 неучтенные деревья составляют в сосняках до 30%, березняках-до 40 %, ельниках-до 55%.

Состав насаждения

Для дешифрирования состава насаждений в качестве основных признаков принимаются различия между древесными породами в форме, цвете, размерах крон, средних высотах древостоев. В качестве вспомогательных признаков могут служить различия в длинах крон и наличие второго яруса.

Практически состав видимого полого древостоя определяется по количеству видимых крон деревьев разных пород. Для этого на снимок с дешифрируемым древостоем накладывается точечная палетка. При помощи лупы подсчитывается число точек, попавших на кроны деревьев различных пород. По соотношению результатов подсчета определяется состав древостоя. Для большей точности определения состава подсчет крон деревьев рекомендуется производить три раза, каждый раз сдвигая палетку.

Пример. Общее число точек палетки, попавших на кроны видимых деревьев, распределилось следующим образом: сосна 16 шт., береза 4 шт. Следовательно, состав дешифрируемого насаждения будет 8С2Б.

Возраст, А

В основу дешифрирования возраста лесных насаждений положена совокупность прямых и косвенных признаков: размер и форма крон, средняя высота древостоя и класс бонитета, величина промежутков между кронами и степень различимости крон, степень просматриваемости насаждений в глубину, наличие второго яруса.

В данных указаниях предложен способ определения среднего возраста древостоя через средний диаметр крон. В таблице 10 приведены значения среднего возраста по диаметрам крон в зависимости от древесной

породы.

Таблица 10 – Средний возраст деревьев в зависимости от диаметра крон

Древесные породы	Средний возраст древостоя (лет) при величине диаметра кроны, м								
	20	30	40	50	60	70	80	90	00
Сосна	2,2	2,9	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5
Береза	0,8	3,0	3,9	4,7	5,4	6,3	7,0	7,5	8,2
Осина	0,4	3,5	4,4	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6

Средний диаметр древостоя, $D_{1,3}$

Средний диаметр на высоте 1,3 м устанавливают по графикам, таблицам, уравнениям и номограммам на основе зависимости его от средней высоты, среднего диаметра крон и от других таксационных показателей.

Широкое применение при дешифрировании среднего диаметра древостоя получила зависимость его от средней высоты и диаметра кроны. Для этого рекомендуется воспользоваться регрессионными уравнениями, составленными по материалам опытных работ. В качестве примера приводятся:

Сосна	$D_{1,3}=0,85H + 2,36D_k - 2,86$	Э.А.Курбанов
Ель	$D_{1,3}=0,68H + 1,25 D_k + 4,3$	С.В.Белов
Береза	$D_{1,3}=0,65H + 3,04D_k - 5,4$	С.В.Вавилов

Пример. При дешифрировании соснового насаждения установлена его средняя высота H 18 м и диаметр кроны $D_k=3$ м. Используя вышеприведенную формулу, определяем средний диаметр древостоя.

$$D_{1,3} = 0,85 * 18 + 2,36 * 3 - 2,86 = 19,5 \text{ см}$$

Класс бонитета

Этот показатель дешифрируют как по прямым, так и по косвенным признакам. Основные прямые признаки – это соотношение средней высоты и возраста древостоя, размеры и формы крон, тон (цвет) и плотность изображения проекций крон. К косвенным относятся – строение полога древостоя и условия произрастания. При дешифрировании класса бонитета обычно используют бонитетную шкалу проф. М.М.Орлова для семенных и порослевых насаждений (табл.11).

Пример. В дешифрируемом на аэрофотоснимке древостое определены его возраст $A = 70$ лет и средняя высота $H=20$ м. Этим показателям в таблице 11 соответствует II класс бонитета.

Таблица 11 – Распределение насаждений по классам бонитета на основании возраста и высоты (по М.М.Орлову)

Возраст, лет	Классы бонитета семенных древостоев при средней высоте, лет						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
10	⁶ -5	5-4	4-3	3-2	2-1	-	-
20	12-10	9-8	7-6	6-5	4-3	2	1
30	16-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
40	20-18	17-15	14-13	12-10	9-8	7-5	4-3
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
60	28-24	23-20	19-17	16-14	13-11	10-8	7-5
70	30-26	25-22	21-19	18-16	15-12	11-9	8-6
80	32-28	27-24	23-21	20-17	16-14	13-11	10-7
90	34-30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8
100	35-31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
110	36-32	31-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10
120	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10

Запас насаждения, М

Определение запаса насаждения по аэрофотоснимкам можно произвести по таблицам хода роста или стандартной таблице сумм площадей сечения и запасов древостоев при полноте 1,0 (табл.12). Для этого используют вычисленные методом камерального дешифрирования среднюю высоту и полноту древостоя. По средней высоте снимается запас и умножается на полноту реального древостоя.

Пример. В сосновом древостое относительная полнота равна 0,7, а средняя высота дерева достигает 20 м. В таблице 12 этой высоте соответствует запас 302 м³. Умножив запас табличный на данную полноту, мы получим запас дешифрируемого выдела. $M=302*0,7=211$ м³.

Таблица 12 – Суммы площадей сечений (м₃) и запас насаждений (м₃) при полноте 1,0

Средние высоты, м	Сосна, лиственница		Ель		Береза		Осина, ольха	
	Площ. сечен	Запас	Площ. сечен	Запас	Площ. сечен	Запас	Площ. сечен	Запас
1	2	3	4	5	6	7	8	
10	27,1	141	22,0	119	16,1	83	19,3	99
11	28,0	157	23,3	136	17,1	95	20,4	113

Продолжение таблицы 12 – Суммы площадей сечений (m_3) и запас насаждений (m_3) при полноте 1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	
12	29,0	173	24,5	153	18,0	106	21,5	128
13	29,9	190	25,5	171	19,1	120	22,6	143
14	30,6	206	26,7	189	20,0	134	23,7	160
15	31,5	223	27,8	209	21,0	148	24,8	176
16	32,5	240	28,9	229	22,0	163	25,8	193
17	32,7	258	30,0	250	22,9	178	27,0	213
18	33,3	276	31,0	272	23,9	195	28,0	233
19	33,8	294	32,0	294	24,9	212	29,1	254
20	34,3	302	33,0	317	25,7	228	30,3	277
21	34,7	330	34,0	341	26,6	248	31,4	300
22	35,1	348	34,9	364	27,5	267	32,4	325
23	35,6	366	35,9	390	28,3	286	33,5	348
24	36,0	384	36,8	415	29,2	305	34,7	372
25	36,4	402	37,8	442	30,0	325	35,7	398
26	36,7	420	38,7	468	30,8	345	36,9	424
27	37,0	438	39,6	497	31,6	367	37,9	450
28	37,3	455	40,5	525	32,3	390	38,9	475
29	37,6	474	41,3	553	33,0	413	39,9	500
30	37,8	491	42,2	582	33,8	435	40,7	526
31	38,0	509	43,1	613	34,6	458	41,6	553
32	38,2	527	44,0	644	35,2	484	42,3	580
33	38,4	545	44,9	676	36,0	508	43,3	607
34	38,6	564	45,8	709	36,8	534	44,1	635
35	38,8	581	46,6	741	37,5	561	44,9	662

Фитомасса крон, F

Определение запаса фитомассы крон деревьев необходимо при оценке кислородопродуктивности, ландшафтно-эстетической ценности древостоя, фитонцидности и углерододепонировании (табл. 13).

Таблица 13 – Запас фитомассы

Диаметр, см	Разряды высот					
	I		II		III	
	h	F	h	F	h	F
1	2	3	4	5	6	7
Сосна						
12	16,7	4,9	14,8	6,6	13,1	7,2
14	18,5	6,6	16,5	9,0	14,6	9,6
16	20,1	8,7	18,0	11,7	16,0	12,4
18	21,5	11,1	19,4	14,8	17,3	15,8
20	22,8	13,9	20,6	18,2	18,4	19,3
22	24,0	17,1	21,8	22,0	19,5	23,6
24	25,1	20,7	22,9	26,1	20,5	28,9
26	26,2	25,0	23,9	30,6	21,5	34,2

Продолжение таблицы 13 – Запас фитомассы

1	2	3	4	5	6	7
28	27,1	29,2	24,8	35,4	22,3	39,6
30	28,0	34,0	25,7	40,6	23,1	45,9
32	28,8	39,1	26,5	46,1	23,8	52,3
34	29,5	45,1	27,3	51,9	24,6	60,6
36	30,2	49,8	28,0	58,1	25,3	69,0
38	30,9	56,1	28,6	64,7	25,9	77,0
40	31,5	62,2	29,3	71,5	26,5	86,3
Осина						
1	2	3	4	5	6	7
12	18,1	6,6	17,3	7,4	16,6	8,2
14	20,2	9,2	19,2	10,6	18,2	12,0
16	22,0	12,4	20,8	14,6	19,6	16,4
18	23,5	16,2	22,0	18,7	20,5	21,2
20	24,7	21,1	23,0	24,4	21,4	27,7
22	25,8	26,3	24,0	30,0	22,2	33,7
24	26,8	32,1	24,9	36,8	23,0	41,4
26	27,8	38,6	25,7	43,7	23,6	48,8
28	28,8	45,3	26,6	51,0	24,4	56,8
30	29,6	52,9	27,3	59,1	25,1	65,2
Береза						
12	18,5	4,9	16,8	5,5	15,2	6,2
14	20,2	6,7	18,8	7,5	16,8	8,3
16	21,9	9,0	19,5	10,1	18,0	11,2
18	23,2	12,0	20,8	14,0	19,2	16,0
20	24,5	18,0	22,6	21,0	20,2	24,0
22	25,5	24,0	23,3	30,0	21,1	35,0
24	26,3	34,0	24,1	40,0	21,9	47,0
26	27,1	44,0	24,9	53,0	22,7	61,0
28	27,8	55,0	25,6	66,0	23,3	75,0
30	28,4	68,0	26,2	81,0	23,9	99,0
32	28,9	84,0	26,7	97,0	24,5	108,0
34	29,4	99,0	27,2	113,0	24,9	130,0
36	29,9	115,0	27,6	130,0	25,4	144,0
38	30,2	130,0	28,0	147,0	25,8	164,0

Для дешифрирования фитомассы кроны дерева в абсолютно сухом состоянии рекомендуется воспользоваться уравнениями зависимости. Высокую корреляционную связь фитомасса кроны дерева имеет с диаметром дерева. Поэтому при определении фитомассы кроны дерева следует воспользоваться таблицей 13.

Таблица 13 – Абсолютно сухая масса кроны дерева (F), кг в зависимости от диаметра дерева по разрядам высот древостоев (h) диаметр дерева $D_{1,3} = 24$ см и его высота $h = 23,0$. Этому значению в таблице 13 соответствует значение абсолютно сухой фитомассы кроны $F = 26,1$ кг.

Для перевода значения абсолютно сухой массы кроны в свежее состояние используют коэффициенты влажности для каждой конкретной

породы. При определении запасов фитомассы крон древостоев рекомендуется воспользоваться таблицей 14.

Пример. Дано: порода – Сосна, А = 80 лет, Р = 0,7

Запас фитомассы крон сосны в абсолютно сухом состоянии в возрасте 80 лет по таблице составит $21,04 \cdot 0,7 = 14,7$ т/га.

Таблица 14 – Динамика абсолютно сухой фитомассы крон деревьев при полноте 1,0, т/га

Возраст, лет. Породы	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Сосна обыкновенная	12,52	16,81	20,07	21,68	22,55	22,62	22,06	21,04	-	-
Береза	17,48	32,74	39,46	-	-					
Ольха черная	4,8	8,11	12,13	16,21	18,54	20,24	21,5	22,36	23,21	23,84

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: Расчётная работа – дешифрирование аэрофотоснимка

Цель работы: Закрепить полученные навыки дешифрирования лесного фонда и освоить терминологический минимум по дисциплине для профессиональной коммуникации со специалистами лесного комплекса.

Трудоёмкость составляет 4 академических часа.

Данная работа является завершающей работой цикла изучения лабораторного курса дисциплины. В ней проверяются и закрепляются знания, полученные при выполнении предшествующих работ. Каждому студенту выдаются снимки, содержащие изображение участка местности. Участок местности обязательно содержит лесные насаждения и может содержать нелесные территории. Необходимо на снимке выделить условный квартал, площадь которого совпадает с рабочей площадью снимка. Далее необходимо произвести контурное дешифрирование участка с делением территории на таксационные выделы с проведением границ белой гуашью и их нумерацией. Для каждого участка покрытого леса необходимо определить таксационные характеристики.

Информация должна быть представлена в виде стандартного таксационного паспорта лесного выдела в форме таблицы 15. Необходимо указать полные номера фотоснимков, номера отграниченных выделов, рассчитать их площадь.

Таблица 15 – Таксационные паспорта дешифрованных выделов

Номер выдела	Тип леса	Средние по древостою				Количество стволов, шт./га	Полнота		Бонитет	Запас, м ³ /га
		состав	А, лет	Н, м	Д, см		абс. м ² /га	отн.		
1										
2										
2										
...										

Завершающим этапом лабораторной работы будет зачёт по терминам, расположенным в рубрике «Терминологический минимум».

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ МИНИМУМ

Аэрофотоаппарат (АФА) – аппарат для фотографирования с летательного аппарата земной поверхности и наземных объектов. Основные особенности: фокусировка на бесконечность, жесткость конструкции, резкость и высокое фотографическое качество изображения, возможность получения аэроснимков через короткие интервалы, надежность и безотказность в условиях полета и низких температур, минимальные вес и габариты. Аэрофотоаппараты различаются: по принципу работы - на автоматические, полуавтоматические и неавтоматические; по области применения - для измерительных и топографических целей и для фотографирования днем или ночью. Основные части аэрофотоаппарата: аэрофотокамера, аэрофотоустановка, командный прибор. Аэрофотоаппараты служат для выполнения воздушной разведки, фотоконтроля боевых действий, аэрофотосъемки в картографических целях и позволяют производить плановое и перспективное фотографирование на всех скоростях и высотах - от бреющего полета до потолка современных самолетов.

Аэрофотокамера – основная часть аэрофотоаппарата, в которой размещается и подвергается экспонированию аэропленка. Аэрофотокамера состоит из камерной и объективной частей и кассеты. Камерная часть является промежуточной между объективной частью и кассетой и обычно составляет с первой одно целое. На камерной части имеется прикладная рамка, к которой прижимается аэропленка в момент экспонирования. Объективная часть предназначена для крепления объектива и аэрофотозатвора. Кассета служит для размещения аэропленки и чаще всего делается съемной.

Аэроэкспонметрия – раздел аэрофотографии, в котором рассматриваются вопросы расчета и измерения выдержек при воздушном фотографировании с учетом светочувствительности аэропленки, освещенности и отражательной способности аэроландшафта, относительного отверстия объектива, применяемого светофильтра и коэффициента светотдачи аэрофотоаппарата.

Щелевой аэрофотоаппарат (АЩАФА) – специальный аэрофотоаппарат для щелевого воздушного фотографирования. Двухщелевые фотоаппараты выполняют одновременно наклонное и плановое фотографирование или наклонное вперед и назад (получаемые в этом случае щелевые аэроснимки составляют стереопары), двухобъективные фотографируют одновременно в двух масштабах: мелком (широкой полосы местности) и крупном (узкой полосы для дешифрирования). Повышенный световой баланс аэрофотоаппарата щелевого позволяет фотографировать в сумерки.

Аэрофотография – совокупность процессов и способов получения фотографических изображений земной поверхности с летательных аппаратов. 2. Раздел фотографии, в котором рассматриваются условия воздушного фотографирования, свойства аэрофотоматериалов, технология и организация их обработки.

Аэрофотооборудование – совокупность технических средств, необходимых для выполнения воздушного фотографирования, обработки аэроснимков, их

изучения и составления фотодокументов.

Аэрофотослужба (АФС) – одна из специальных служб Военно-воздушных сил, занимающаяся организацией воздушного фотографирования, обеспечением его необходимыми средствами и обработкой результатов фотографирования (изготовление фотодокументов, необходимых войскам для организации и ведения боевых действий).

Аэрофотоустановка (АФУ) - часть аэрофотоаппарата, предназначенная для размещения и ориентирования положения аэрофотокамеры в пространстве и для ее амортизации. Различают неподвижные и качающиеся аэрофотоустановки; последние периодически изменяют положение аэрофотокамеры в пространстве для фотографирования за один заход нескольких маршрутов.

Аэроэкспонметр – прибор для определения выдержки при воздушном фотографировании.

Аэрофотосъемка - (фотографирование воздушное) фотографирование земной поверхности с воздухоплавательных и летательных аппаратов, находящихся в полете. Оно основано на получении оптического изображения на светочувствительном слое с последующей фотолабораторной его обработкой. Аэрофотосъемка выполняется в полете при движении самолета и аэрофотоаппарата относительно фотографируемых объектов и производится через слой атмосферы. Аэрофотосъемка подразделяется: по времени суток и характеру освещения, при котором она производится, - на дневное и ночное; по положению оптической оси аэрофотоаппарата в момент экспонирования - на плановое, перспективное и планово-перспективное; по способам выполнения - на одиночное, маршрутное и площадное.

Аэрофотообъектив – объектив для воздушного фотографирования, представляющий собой оптическую систему, в которой сведены к минимуму все аберрации. Особенности аэрофотообъективов: резкое и детализированное изображение, правильная передача яркостей аэроландшафта, высокая геометрическая точность изображения, стойкость к температурным и барометрическим изменениям. Основные типы аэрофотообъективов: универсальные, широкоугольные, длиннофокусные и светосильные.

Аэрофотозатвор – устройство, служащее для пропускания световых лучей от объекта съемки к аэропленке в течение заданного промежутка времени (например, аэрофотозатвор типа жалюзи "ЗС-1"). Основными параметрами аэрофотозатвора являются выдержка и оптический КПД. В современных аэрофотоаппаратах применяются аэрофотозатворы лепестковые (центральные), типа "жалюзи" и щелевые (в т. ч. шторные). Выдержка аэрофотозатворов доходит до 1/2000 сек (в шторных).

Аэрофотовизир – оптический прибор, с помощью которого производятся визирование местности и определение основных данных для выполнения воздушного фотографирования: границ захватываемой аэроснимком площади, угла сноса, начала и конца фотографируемого маршрута, интервала между аэроснимками, перекрытия при фотографировании маршрута и площади.

Аэрофильм – экспонированная и прошедшая фотолабораторную обработку

аэропленка, имеющая негативное изображение местности. С аэрофильмов печатают аэроснимки, дающие позитивное изображение сфотографированных объектов.

База данных – совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными.

Визуализация - графическое воспроизведение, отображение.

Геоизображение – любая пространственно-временная масштабная генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме.

Географическая информационная система – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных, пространственных данных.

Дешифрирование – это процесс распознавания объектов, их свойств и взаимосвязей по их изображениям на снимке.

Дешифровочные признаки – характерные особенности природных и антропогенных объектов дешифрирования, проявленные в ДДЗ и позволяющие опознать, выделить и проинтерпретировать эти объекты. Д.п. принято подразделять на прямые Д.п., присущие изображению самих объектов дешифрирования (например, их геометрические и оптические характеристики), косвенные или индикационные Д.п., характеризующие объект дешифрирования опосредованно, через какой-либо другой природный компонент, и комплексные. К прямым Д.п., помимо формы, размера, цвета объектов относятся тон изображения, его структура, которая связана с пространственной сменой и взаимным расположением его участков, различающихся по оптическим характеристикам, текстура изображения, обусловленная взаимным закономерным расположением тоновых неоднородностей изображения (например, тонкосетчатая, полосчатая, однородная, пятнистая и др. текстура), тень - по теневому силуэту можно определить форму объектов. Важной характеристикой изображения, влияющей на использование Д.п., является освещенность, пропорциональная яркости объектов. Изображение формируется благодаря различной яркости элементов ландшафта, вследствие чего между ними проявляются яркостные контрасты. Контраст объектов местности определяется величиной $K=(B_1-B_2)/B_1$, где B_1 и B_2 - яркости двух объектов. Абсолютный контраст $K=1$ соответствует случаю, когда яркость одного из объектов пренебрежимо мала по сравнению с яркостью другого (например, черный хвойный лес на фоне свежеснежного покрова). Контрастными, легко дешифрируемыми считаются объекты с контрастом более 0.5. Обычно в процессе дешифрирования используются наборы Д.п. исследуемых объектов. Эти комплексы сильно варьируют в зависимости от природных условий, сезона, времени суток, освещенности и др. причин.

ДДЗ – данные аэрокосмического зондирования - данные о поверхности Земли, объектах, расположенных на ней или в ее недрах, полученные в процессе съемок любыми неконтактными, т.е. дистанционными методами.

Дисплей - устройство отображения, видеозэкран - устройство (система) вывода, осуществляющее визуальное представление, или отображение выводимых данных на экран компьютера, монитор.

Дистанционное зондирование – процесс получения информации о поверхности Земли (и др. космических тел), объектах, расположенных на ней или в ее недрах, дистанционными методами.

Индекс рассеяния – угловое или пространственное распределение интенсивности рассеяния электромагнитного излучения.

Ориентированная фотограмметрическая модель (объекта) – фотограмметрическая модель объекта, координаты точек которой определены в системе координат объекта фотограмметрической съемки.

Палетка – сетка параллельных или радиальных линий, квадратов, шестиугольников и др. геометрических ячеек, нанесенная на прозрачный материал и используемая для картометрических измерений по картам и планам.

Перекрытие – доля площади снимка, перекрываемая смежным снимком.

Пиксел – элемент изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые элементы - дикреты, ячейки или точки растра); характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения.

Приборы дистанционных съёмок – приборы для регистрации собственного и (или) отраженного от объекта электромагнитного излучения с последующим преобразованием сигналов в аналоговую или цифровую форму. Различают фотокамеры, радары (радиолокаторы бокового обзора), сканирующие устройства (сканеры), в том числе и многоспектральные сканеры (МСС), тепловизоры и т.п.

Программное обеспечение - совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых при эксплуатации этих программ.

Сканер – устройство аналого-цифрового преобразования изображения для его автоматизированного ввода в ЭВМ в растровом формате с высоким разрешением (обычно 300-600 dpi и более) путем сканирования в отраженном или проходящем свете с непрозрачного и прозрачного оригинала соответственно (цветного и/или монохромного полутонного и штрихового).

Сканирование – аналого-цифровое преобразование изображения в цифровую растровую форму с помощью сканера.

Слой – совокупность однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одной теме (классу объектов) в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные С., а также С. с трехмерными объектами (поверхностями).

Стереоскопическое измерение (координат точек фотограмметрических снимков) – определение значений координат соответственных точек фотограмметрических снимков стереопары.

Стереомодель – пространственная модель объекта дистанционной съемки, полученная по стереопаре, то есть по двум перекрывающимся изображениям.

Тематическое картографирование - комплекс мероприятий и процессов по созданию тематических карт и атласов.

Фотограмметрия – научная дисциплина и область техники, предметом которой является получение геометрической и семантической информации об объектах фотограмметрической съемки по их фотограмметрическим снимкам (фотограмметрический) снимок.

Фотограмметрическая обработка (фотограмметрического) снимка – совокупность технологических процессов, связанных с преобразованием метрической и фотометрической информации фотограмметрического снимка в геометрическую и семантическую информацию об объекте фотограмметрической съемки.

Фотограмметрическая модель (объекта) – совокупность координат точек объекта фотограмметрической съемки, определенных в результате фотограмметрической обработки фотограмметрических снимков.

Примечание: Фотограмметрическая модель объекта подобна объекту, может иметь произвольный масштаб и быть произвольно расположена и ориентирована относительно системы координат объекта.

Фотоабрис – абрис, изготавливаемый на основе аэрофотоснимка.

Фотоплан – план местности, составленный по фотографическим снимкам.

Фотосхема – совокупность смонтированных контактных отпечатков, не трансформированных и не приведенных к одному масштабу.

Электромагнитный спектр – совокупность всех диапазонов частот электромагнитного излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аэрокосмические методы. Часть 1. Оценка качества и информативности аэро- и космических снимков. Методические указания к лабораторным работам. – М., 1993. – 32 с.
2. Аэрокосмические методы. Часть 2. Дешифрирование аэро- и космических снимков. Методические указания к лабораторным работам. – М., 1993. – 16 с.
3. Баранцев, М.Г. Ход роста культур сосны в лесостепи Башкирской АССР. / М.Г.Баранцев, А.В.Шестаков, Ф.Г.Хусаинов // Лесное хозяйство. 1977. №5. с.53-55.
4. Грачев, В.М. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве: Учебное пособие. / В.М.Грачев, Э.А.Курбанов – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 164 с.
5. Егоров, В.Н. Ход роста и состояние полегающих полос из лиственницы сибирской в Центрально-Черноземной лесополосе // Лиственница и ее использование в народном хозяйстве. Красноярск: СибТИ, 1980. с.46-49.
6. Егоров, В.Н. Ход роста и состояние полегающих полос из лиственницы сибирской в Центрально-Черноземной лесополосе // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск: СибТИ, 1983. с.94-98.
7. Егоров, В.Н. Ход роста и состояние полегающих полос из ясеня обыкновенного в Центрально-Черноземной полосе // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск: СибТИ, 1992. с.108-112.
8. Козловский, В.Б. Ход роста основных лесобразующих пород СССР / В.Б.Козловский, В.М.Павлов. М.: Лесн. пром-сть, 1967. 327 с.
9. Нормативы для таксации лесов Центрального и южных районов европейской части Российской Федерации. М.: Федеральная служба лесн. хоз-ва России, 1993. 418 с.
10. Соколов, П.А. Состояние и теоретические основы формирования липняков. Йошкар-Ола: Марийское кн. Изд-во, 1978. 208 с.
11. Усольцев, В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 762 с.