



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЗЕЛЕНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Кафедра лесоводства и лесовоспроизводства*

Г.Т. Бастаева, А.П. Несват, С.Н. Литвинов, О.А. Лявданская

## **АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Методические указания и контрольные задания для студентов очной  
и заочной форм обучения специальности  
250201 – Лесное хозяйство и направлению подготовки  
250100.65 – Лесное дело

*Электронное издание*

Оренбург  
Издательский центр ОГАУ  
2013

УДК 630\*24:629.7 (07)

Б 27

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет» (председатель совета – профессор В.В. Каракулев).

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией факультета лесного хозяйства и зеленого строительства (председатель комиссии – доцент В.А. Симоненкова), протокол заседания № 2 от 26 октября 2012 г.

*Авторы-составители* – доцент, к.с.-х.н. Г.Т. Бастаева;  
доцент, к.с.-х.н. А.П. Несват;  
доцент, к.с.-х.н. С.Н. Литвинов;  
к.б.н., ст. преподаватель О.А. Лявданская

*Рецензенты:*

А.И. Колтунова – д.с.-х.н., профессор, декан факультета лесного хозяйства  
и зеленого строительства;  
Ф.Г. Бакиров – д.с.-х.н., доцент кафедры земледелия и ТППР

**Бастаева, Г.Т.**

Б 27     **Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Методические указания и контрольные задания для студентов очной и заочной форм обучения специальности 250201 – Лесное хозяйство и направлению подготовки 250100.65 – Лесное дело: [Электронный ресурс] 1,71 Мб / Г.Т. Бастаева, А.П. Несват, С.Н. Литвинов, О.А. Лявданская. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013. – 74 с. – Системн. требования: РС не ниже класса Pentium II; 512 Мб RAM; Windows 98/XP/Vista; Adobe Acrobat Reader 7.0 и выше. – № свидетельства о регистрации электронного учебного пособия 4744-э.**

В методических указаниях рассматриваются вопросы выполнения и оформления лабораторных работ и контрольных работ, даются вопросы и справочные материалы по курсу аэрокосмические методы в лесном хозяйстве.

Методические указания адресованы студентам очного и заочного отделения лесохозяйственных факультетов, также интересны специалистам лесного хозяйства.

УДК 630\*24:629.7 (07)

---

Подписано к использованию 21.01.2013. Заказ № 4744-э.

© Г.Т. Бастаева, А.П. Несват, С.Н. Литвинов,  
О.А. Лявданская, 2013.

© Издательский центр ОГАУ, 2013.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время с развитием компьютерных технологий возрастает роль дистанционных методов изучения окружающей среды. Особенно это актуально при исследовании лесов, потому что наземные работы связаны с большими затратами средств и времени.

Российская Федерация имеет огромную площадь лесного фонда, значительные площади территории обуславливают необходимость применения дистанционных методов при проведении картографических работ лесов, выполнении лесохозяйственных работ, организации и ведении мониторинга лесов и мн. др.

Аэрокосмические методы позволяют актуализировать характеристики лесного фонда, открывают информационные и технические возможности для лесоустройства.

Целью методических указаний является практическое ознакомление студентов с аэро- и космическими снимками, оценка информативности снимков в зависимости от масштаба; помощь в выполнении наглядного монтажа, оценке качества аэрофотосъемки по основным фотограмметрическим параметрам, расчете основных элементов плановой съемки. Все указанные работы являются неотъемлемой частью лесоустроительной практики до начала полевых работ.

Работа с аэроснимками обязательная технология современного лесоустройства. Спектрональные космические снимки являются информационно-технической основой для новых видов лесоинвентаризационных работ. В связи с этим подготовка специалистов лесного хозяйства предполагает приобретение навыков дешифрирования аэро-и космических снимков различных типов и масштабов.

Методические указания позволят выработать студентам устойчивые навыки работы с аэрофотоснимками и стереофотограмметрическими приборами, освоить технику полевых работ по закладке таксационно-дешифровочных пробных площадей, даст общее представление о современных способах дистанционного изучения лесных ресурсов.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Накидной монтаж аэроснимков

**Цель работы:** ознакомление с аэрофотоснимками, техникой выполнения накидного монтажа.

Одной из первых ступеней после аэрофотосъемочного и фотолабораторных процессов, является **накидной монтаж**, который выполняется с целью оценки качества аэрофотосъемки. Накидной монтаж аэроснимков дает возможность установить величины фактических продольных и поперечных перекрытий между аэроснимками, наличие или отсутствие разрывов между аэроснимками в маршрутах и между маршрутами, определить границы сфотографированного участка местности на карте, систематизировать материалы для дальнейшего использования их при лесоустройстве. По накидному монтажу оценивается также фотографическое качество аэроснимков.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт с аэроснимками;
- 2) угольник, линейка;
- 3) монтажная линейка;
- 4) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 5) бланк №1 для записей результатов задания (приложение 1).

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

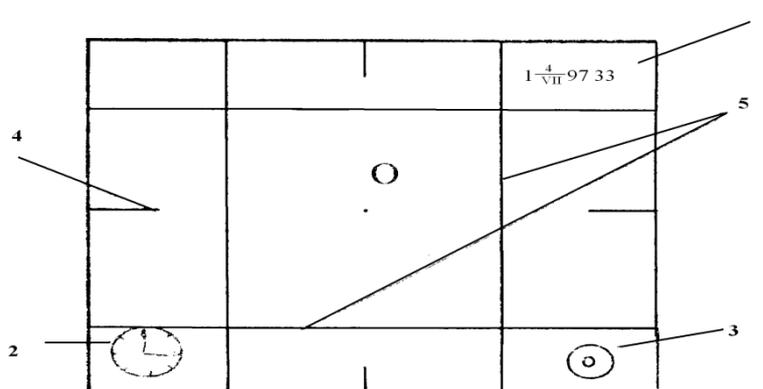


Рис.1 Обозначения на аэрофотоснимке

1. дата аэрофотосъемки и порядковый номер снимка;
2. циферблат часов;
3. отклонение оптической оси аэрофотоаппарата от вертикального положения в момент съемки;

4. координатные метки, служащие для определения главной точки 0 аэроснимка или точка наименьших искажений;
5. 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).

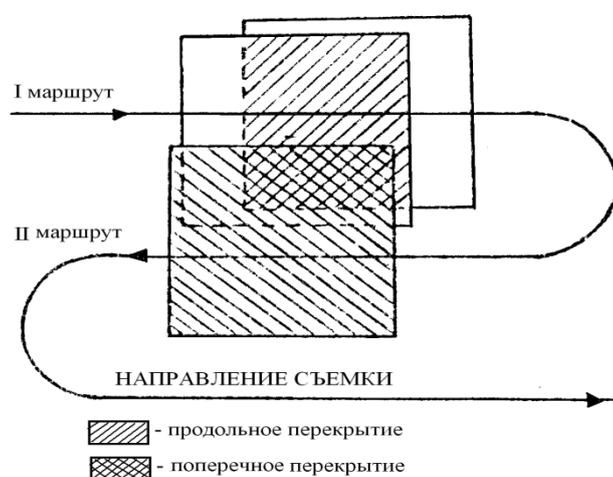


Рис.2 Направление полета при аэрофотосъемке

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 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 аэро съемки 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 каждых 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.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### Оценка качества аэросъемки

**Цель работы:** научиться проводить оценку качества аэросъемки, оценивать величину продольного и поперечного перекрытий, прямолинейности маршрутов, разномасштабности снимков.

Работа выполняется на тех же аэроснимках, которые использовались при составлении накидного монтажа.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт с аэроснимками;
- 2) монтажная линейка;
- 3) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №1 для записей результатов задания (приложение 1).

#### 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).

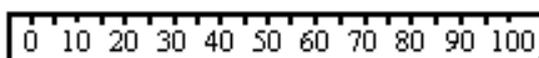


Рис.3 Монтажная линейка

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).

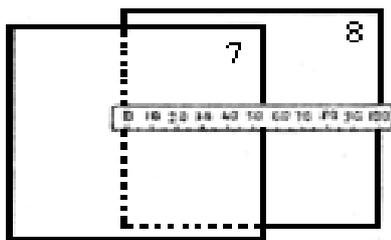


Рис.4 Измерение продольного перекрытия

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

Номера маршрутов	Номера снимков	Измеренные по порядку продольные перекрытия, %	Максимальное перекрытие, %	Минимальное перекрытие, %	Оценка
I	2718-2730	59,62,58,57	62	57	хорошо (4)
II	2766-2753	61,57,58,63	63	57	хорошо (4)
III	2799-2815	60,59,59,60	60	59	отлично (5)
и т.д.					
ИТОГО:					34/8=4 (хорошо)

## 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).

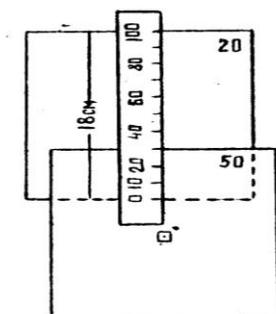


Рис.5 Измерение поперечного перекрытия

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

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

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

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

Пример оформления результатов измерений и оценки величины поперечных перекрытий

Смежные маршруты	Номера снимков смежных маршрутов	Измеренные по порядку поперечные перекрытия, %	Минимальное перекрытие, %	Максимальное перекрытие, %	Оценка
I- II	2718-2730 2766-2753	39,37,37,33	33	39	отлично (5)
II-III	2766-2753 2799-2815	38,38,37,36	36	38	отлично (5)
и т.д.					
ИТОГО:					33/7=5

Величина поперечного перекрытия аэроснимков должна быть не менее 20%. Как малые, так и большие перекрытия аэроснимков для производства не пригодны. При стереоскопическом просмотре 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).

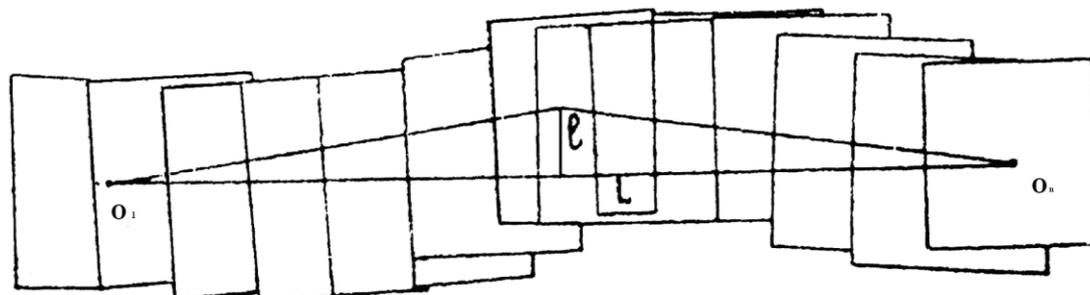


Рис.6 Определение прямолинейности маршрута

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

$$P_n = 100 * I / L \quad (1)$$

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.

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

Пример оформления результатов измерений и  
оценки прямолинейности маршрутов

Номера маршрутов	Длина маршрута, мм	Длина стрелки прогиба, мм	Процент прогиба, %	Оценка
I	576	8	1,4	хорошо (4)
II	598	9	1,5	хорошо (4)
и т.д.				
ИТОГО:				31/8=4 (хорошо)

### 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 (30-40мм) и на равных расстояниях от нее. Линия, соединяющая эти две идентичные точки, должна находиться посередине зоны перекрытия, между центрами снимков (рис.7).

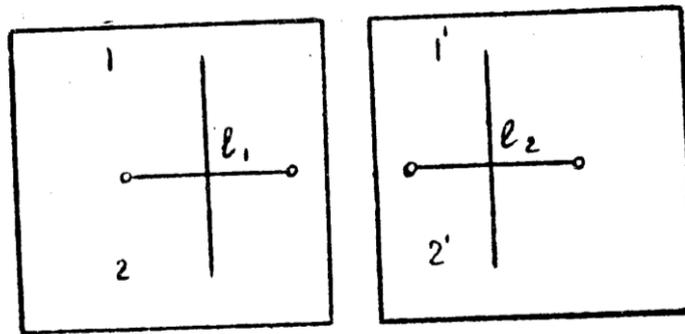


Рис.7 Определение разномасштабности аэроснимков

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 представляют соответствующий балл:

Отлично – 1-2%;

Хорошо – 3%;

Удовлетворительно – 4%.

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

Пример оформления результатов измерений по определению разномасштабности и ее оценки

Направление	Номера маршрутов	Номера смежных снимков	Расстояния, измеренные на снимках в мм $L_1 / L_2$	Округленный процент разномасштабности	Оценка в баллах
Продольные	I	2718; 2724; 2729 2719; 2725; 2730	81; 75; 79 84; 74; 80	-3; +1; -1	4; 5; 5
	II	2766; 2761; 2757; 2754 2765; 2760; 2756; 2753	79; 76; 77; 75 77; 78; 78; 73	+2; -2; -1; +2	5; 5; 5; 5
	и т.д.	Средняя оценка разномасштабности $60/15=4$ (хорошо)			
Поперечные	I-II	2718; 2724; 2729 2766; 2760; 2754	84; 76; 80 81; 77; 82	+3; -1; -1	3; 5; 4
	II-III	2766; 2762; 2758; 2753 2799; 2804; 2809; 2815	85; 84; 81; 80 83; 86; 82; 79	+2; -2; -1; +1	4;4;5;5
	и т.д.	Средняя оценка $49/12=4$ (хорошо)			

### Оценка качества аэрофотоснимков в фотографическом отношении

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:

- 1. Нормальный отпечаток** – имеет однородную резкость и достаточную контрастность изображения, хорошо просматриваются все детали местности и заметен переход от освещенной части предмета к затененной.
- 2. Недодержанный отпечаток** светло-серого цвета, мелкие детали плохо различимы, тени не выражены. Получается в результате недостаточного экспонирования при аэрофотосъемке или печати.
- 3. Передержанный отпечаток** – темного тона, детали различаются плохо, тональность отсутствует. Получается в результате излишнего экспонирования при аэрофотосъемке или при печати.

4. **Нерезкость изображения** – чаще краевая, иногда на всем аэрофотоснимке.
5. **Вуаль** – отпечаток как бы затянут серой пленкой. Возникает при использовании старых реактивов или при наличии ДЫМКИ в момент фотографирования.
6. **Пузыри** возникают на аэроснимке обычно при печатании в растворах разных температур.
7. **Засветки** от электроразрядов имеют форму резких штрихов или звездочек возникают в результате статического напряжения при несоблюдении правил перемотки аэропленки.
8. **Желтизна** возникает в результате неудовлетворительного проявления ИЛИ фиксирования аэрофотоснимков
9. **Белые пятна** – изображение облаков.
10. **Темные пятна** – изображение теней от облаков. На смежных снимках имеют разную конфигурацию и плотность
11. **Механические повреждения** – срыв эмульсии, царапины, заломы и др.
12. **Различие цветового тона – проверка соотв.** 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.

Пример записи результатов общей оценки качества  
материалов аэросъемки

Показатели качества аэросъемки	Номера маршрутов				
	1	2	3	4	5
Продольные перекрытия	хор.	хор.	отл.	хор.	хор.
Поперечные перекрытия	отл.	отл.	хор.	хор.	хор.
Прямолинейность маршрутов	хор.	хор.	хор.	хор.	хор.
Разномасштабность снимков					
а) в прод. направлении	хор.	хор.	хор.	удовл.	хор.
б) в попер. направлении	хор.	хор.	хор.	удовл.	
Средняя оценка	хор.	хор.	хор.	хор.	хор.
Общая оценка – хорошо					

Аэросъемка признается неудовлетворительной в следующих случаях.

1. Имеются снимки с продольным перекрытием меньше 56%.
2. Имеются снимки с поперечным перекрытием менее 20%.
3. Если непрямолинейность маршрутов превышает 3%.
4. При разномасштабности, превышающей 3%.

Во всех случаях необходима новая съемка на площади всей трапеции или некоторой ее части.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Расчет элементов аэросъемки

**Цель работы:** ознакомиться с правилами расчетов элементов аэросъемки к которым относятся высота и базис фотографирования, экспозиции, интервал между экспозициями, число маршрутов, число аэрофотоснимков в маршруте и на съемочном участке, погонный километраж, количество съемочного времени и др.

Задание по расчету основных элементов плановой аэрофотосъемки выполняется каждым студентом по одному из тридцати вариантов, представленных в приложении 2.

**Пример.** Дано:

1. масштаб аэрофотосъемки  $1/m = 1/10000$ ;
2. длина маршрута  $A = 50$  км;
3. ширина фотографируемой площади в меридиональном направлении  $C = 40$  км;
4. площадь аэрофотосъемки  $\Pi = 50 * 40 = 2000$  км<sup>2</sup> 200000 га;
5. фокусное расстояние фотоаппарата  $f_k = 100$  мм или 0,1 м;
6. путевая скорость самолета  $V = 150$  км/ч или 42 м/с;
7. размер аэроснимка  $1 * 1 = 30 * 30$  см;
8. продольное перекрытие  $P_x = 60\%$ ;

9. поперечное перекрытие  $P_y = 30\%$ ;
10. допустимый линейный сдвиг  $\delta = 0,1$  мм или  $0.0001$  м;
11. стоимость летного часа  $C_{\text{час}} = 100$  условных рублей;
12. расстояние от аэродрома до снимаемого участка  $L_{\text{раст}} = 20$  км.

### Определение элементов аэрофотосъемки

1. **Высота воздушного фотографирования** определяется по формуле

$$H = f_k * m = 0,1 * 10000 = 1000 \text{ м.} \quad (3)$$

2. **Длина сторон рабочей площади аэроснимка:**

$$l_x = 1(100 - P_x)/100 = 30(100 - 60)/100 = 12 \text{ см} \quad (4)$$

$$l_y = 1(100 - P_y)/100 = 30(100 - 30)/100 = 21 \text{ см} \quad (5)$$

3. **Площадь местности, заснятая на одном аэроснимке**

$$\text{общая: } S_{\text{сн}} = (1 * m)^2 / 10000 = (0,3 * 10000)^2 = 900 \text{ га} \quad (6)$$

$$\text{рабочая: } S_p = l_x * l_y (m/100)^2 = 0,12 * 0,21 * (10000/100)^2 = 252 \text{ га,} \quad (7)$$

где  $l, l_x, l_y$  в м.

4. **Базис фотографирования** – расстояние между главными точками соседних аэроснимков по маршруту и на местности. Величина его определяется по формуле:

$$B = 1 * m (100 - P_x) / 100 = 0,3 * 10000(100 - 60) / 100 = 1200 \text{ м} \quad (8)$$

5. **Расстояние между маршрутами  $D$**  зависит от размеров снимка, перекрытия в поперечном направлении и знаменателя численного масштаба:

$$D = 1 * m (100 - P_y) / 100 = 0,3 * 10000(100 - 30) / 100 = 2100 \text{ м} \quad (9)$$

6. **Количество съёмочных маршрутов** определяется делением ширины съёмочного маршрута в меридиональном направлении  $C$  на расстояние между маршрутами  $D$  в километрах:

$$N_{\text{мар}} = C/D + 1 = 40 / 2,1 + 1 = 20 \text{ маршрутов} \quad (10)$$

7. **Количество аэроснимков в маршруте** находится делением длины съёмочного маршрута на базис фотографирования по формуле:

$$R = A/B + 2 = 50 / 1,2 + 2 = 43 \text{ шт.} \quad (11)$$

8. **Общее количество аэроснимков на весь снимаемый участок** определяется как произведение количества аэроснимков в маршруте на количество маршрутов:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{мар}} * R = 20 * 43 = 860 \text{ шт.} \quad (12)$$

9. **Максимально допустимая экспозиция  $t_{\text{max}}$**  (скорость срабатывания затвора фотоаппарата) при допустимой величине линейного сдвига изображения вычисляется по формуле:

$$t_{\text{max}} = \delta * m / V = 0,0001 * 10000 / 42 = 0,02 \text{ с} \quad (13)$$

**10. Интервал между экспозициями** вычисляется как отношение базиса к путевой скорости:

$$T = B / V = 1200/42 = 28,6 \text{ с} \quad (14)$$

**11. Общая длина маршрутов** (в пределах снимаемой территории) равна:

$$L_{\text{общ}} = A * N_{\text{мар}} = 50 * 20 = 1000 \text{ км} \quad (15)$$

**12. Общая длина пути самолета  $L_{\text{пути}}$**  – это то количество погонных километров, которое должен пролететь самолет по всем съёмочным маршрутам в пределах площади съёмки с учетом переходов с маршрута на маршрут. Она определяется по формуле:

$$L_{\text{пути}} = L_{\text{общ}} + n * D = 1000 + 19 * 2.1 = 1040 \text{ км} \quad (16)$$

где  $n$  – число заходов с маршрута на маршрут.

**13. Количество съёмочного времени** – время необходимое для выполнения задания по аэросъёмке. Это время определяется по формуле:

$$T_c = T_{c1} + T_{c2} = 6,9 + 1,4 = 8,3 \text{ ч.}, \quad (17)$$

где  $T_{c1}$ , время, необходимое на прохождение самолетом всей длины пути на аэросъёмке: всех маршрутов, на развороты и перехода на следующий маршрут.

$$T_{c1} = L_{\text{пути}} / V = 1040/150 = 6,9 \text{ ч} \quad (18)$$

$T_{c2}$  – время, затрачиваемое на аэронавигационные расчеты в воздухе до начала фотографирования и на пересъёмку забракованных мест:

$$T_{c2} = 0,2 * T_{c1} = 0,2 * 6,9 = 1,4 \text{ ч.} \quad (19)$$

**14. Несъёмочное время:**

а) число полетов с аэродрома на съёмочную площадь:

$$n = T_c / t_c = 8,3 / 2,5 = 3,3 \text{ ч} \quad (20)$$

где  $t_c$ - продолжительность аэрофотосъёмки за один вылет (2,5-3 часа);

б) время на набор высоты и спуск самолета:

$$T_1 = 10 \text{ мин} * n_1 = 1/6 * 3,3 = 0,6 \text{ ч} \quad (21)$$

в) время для перелета от аэродрома на снимаемую площадь и обратно:

$$T_2 = 2 L_{\text{расст}} * n_1 / V = 2,20 * 3,3 / 150 = 0,9 \text{ ч} \quad (22)$$

г) несъёмочное время, всего:

$$T_n = T_1 + T_2 = 0,6 + 0,9 = 1,5 \text{ ч} \quad (23)$$

**15. Общее летное время** вычисляется как сумма из съёмочного и не съёмочного времени:

$$T_{\text{летн}} = T_c + T_n = 8,3 + 1,5 = 9,8 \text{ часов} = 9 \text{ час } 48 \text{ мин} \quad (24)$$

#### 16. Стоимость летно-съёмочных работ:

$$C_t = T_{\text{летн}} * C_{\text{час}} \quad (25)$$

$$C_t = 10 * 100 = 1000 \text{ условных рублей}$$

#### 17. Стоимость летно-съёмочных работ 1 га:

$$C_{1/\text{га}} = 200000/1000 = 200 \text{ условных рублей} \quad (26)$$

#### 18. Требуемое количество фильма на аэрофотосъёмку:

а) общая протяженность фильма на всю площадь:

$$L_{\text{ф}} = N_{\text{общ}} * L = 860 * 0,3 = 258 \text{ м} \quad (27)$$

б) число рулонов фильма (длина рулона 60 м)

$$N_{\text{рул}} = L_{\text{ф}} / 60 = 258 / 60 = 4,3 \text{ рулона} \quad (28)$$

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Определение рабочей и полезной площади аэроснимка

**Цель работы:** установление размеров площади аэроснимка, зарисовка перекрытий и отграничение рабочей площади.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт с аэроснимками и репродукция накидного монтажа;
- 2) линейка;
- 3) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №3 для записей результатов задания (приложение 4);
- 5) исходные данные для вычисления рабочей и полезной площади.

**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.8 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 зарисо-

ывают 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.

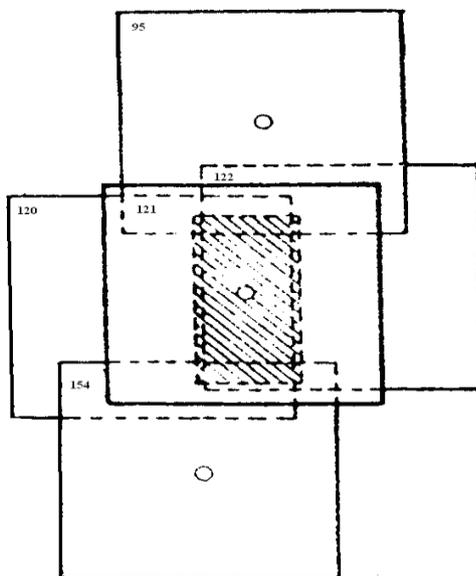


Рис. 8 Схема отграничения рабочей площади аэроснимка

Размеры рабочей площади аэроснимка вычисляют по формулам:

$$l_x = l(100 - P_x) / 100 \quad (29)$$

$$l_y = l(100 - P_y) / 100 \quad (30)$$

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.

### Пример.

Дано: размер аэроснимка 18x18 см, процент продольного перекрытия  $P_x$  – 60% , процент поперечного перекрытия  $P_y$  – 30%, масштаб 1:10000 (численный  $m=10\ 000$ , линейный  $M=100$ ).

### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧЕЙ И ПОЛЕЗНОЙ ПЛОЩАДИ

Фактические данные  
рабочей площади

Расчетные данные  
рабочей площади

#### Стороны рабочего площади

$$l_x = 7,4 \text{ см}$$

$$l_y = 11,8 \text{ см}$$

$$l_x = l(100 - P_x) / 100 = 18(100 - 60) / 100 = 7,2 \text{ см}$$

$$l_y = l(100 - P_y) / 100 = 18(100 - 30) / 100 = 12,6 \text{ см}$$

### **Величина рабочей площади**

$$S_{\text{раб}} = l_x * l_y = 7,4 * 11,8 = 87,3 \text{ см}^2$$

$$S_{\text{раб}} = l_x * l_y = 7,2 * 12,6 = 90,7 \text{ см}^2$$

### **Площадь аэроснимка**

$$S_{\text{сн}} = 1 * 1 = 18 * 18 = 324 \text{ см}^2$$

$$S_{\text{сн}} = 1 * 1 = 18 * 18 = 324 \text{ см}^2$$

### **Процент рабочей площади от всей площади аэроснимка**

$$S_{\text{раб}} * 100 / S_{\text{сн}} = 87,3 * 100 / 324 = 26,9 \%$$

$$S_{\text{раб}} * 100 / S_{\text{сн}} = 90,7 * 100 / 324 = 28,0 \%$$

### **Площадь на местности**

$$S_{\text{раб}} = l_x * l_y (m/100)^2 = 0,074 * 0,118 *$$

$$* (10\ 000/100)^2 = 87 \text{ м}^2 = 87 \text{ га}$$

$$S_{\text{сн}} = (l * m/100)^2 =$$

$$= (0,18 * 10000/100)^2 = 324 \text{ м}^2 = 324 \text{ га}$$

$$S_{\text{раб}} = l_x * l_y (m/100)^2 = 0,072 * 0,126 *$$

$$* (10\ 000/100)^2 = 91 \text{ м}^2 = 91 \text{ га}$$

$$S_{\text{сн}} = (l * m/100)^2 =$$

$$= (0,18 * 10000/100)^2 = 324 \text{ м}^2 = 324 \text{ га}$$

где  $l_x, l_y$ , в метрах

### **Вычисление площади через линейный масштаб**

$$L = l * M = 18 * 100 = 1800 \text{ м}$$

$$L_x = l_x * M = 7,4 * 100 = 740 \text{ м}$$

$$L_y = l_y * M = 11,8 * 100 = 1180 \text{ м}$$

$$S_{\text{раб}} = L_x * L_y / 10000 = 740 * 1180 / 10000 = 87 \text{ га}$$

$$S_{\text{сн}} = L^2 / 10000 = 1800^2 / 10000 = 324 \text{ га}$$

$$L = l * M = 18 * 100 = 1800 \text{ м}$$

$$L_x = l_x * M = 7,2 * 100 = 720 \text{ м}$$

$$L_y = l_y * M = 12,6 * 100 = 1260 \text{ м}$$

$$S_{\text{раб}} = L_x * L_y / 10000 = 720 * 1260 / 10000 = 91 \text{ га}$$

$$S_{\text{сн}} = L^2 / 10000 = 1800^2 / 10000 = 324 \text{ га}$$

Проценты перекрытий		l, см	Вычисление стороны рабочей площади, см		Величина рабочей площади, S см <sup>2</sup>	Площадь аэроснимка, S см <sup>2</sup>	Процент рабочей площади от всей площади аэроснимка	Площадь на местности, S га
			l <sub>x</sub>	l <sub>y</sub>				
Продольного P <sub>x</sub>	Поперечного P <sub>y</sub>							
<b>ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДИ</b>								
		18X18	7,4	11,8	87,3	324	26,9	87 / 324
<b>РАБОЧИЕ ДАННЫЕ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДИ</b>								
60	30	18X18	7,2	12,6	90,7	324	28,0	91 / 324

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

фокусное расстояние фотоаппарата  $f_k$ ,

допустимая величина искажения  $\delta$ ,

угол общего наклона местности  $i$  или  $\alpha$  – 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  $\pi * r^2$ .

### Пример.

Дано:  $\delta=0,3$  мм,  $f_k=200$  мм,  $i=2^{\circ}40'$ ,  $H=1000$  м,  $h=10$  м.

Вначале надо перевести угол в градусах в радианную меру. Для этого число градусов делится на 57,3 (число градусов в одном радиане), а число минут на 3438. Угол, равный  $2^{\circ}40'$  трансформируется в радианное значение 0,052.

Для равнинной местности принимается следующая рабочая формула:

$$r = \sqrt{\delta * f_k / i} = \sqrt{0,3 * 200 / 0,052} = 34 \text{ мм} = 3,4 \text{ см.} \quad (31)$$

Полезная площадь будет равна  $3,14 * 3,4^2 = 36,3 \text{ см}^2$ .

Радиус полезной площади для холмистой местности вычисляют по формуле:

$$r = \delta * H / h = 0,03 * 100000 / 1000 = 3 \text{ см.} \quad (32)$$

Полезная площадь соответственно составляет  $3,14 * 3^2 = 28,3 \text{ см}^2$

Все полученные данные заносятся в бланк №3 (приложение 4).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### Определение горизонтального масштаба планового аэроснимка и времени дня аэрофотосъемки

**Цель работы:** определение масштаба планового аэроснимка тремя способами. Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт с аэроснимками, топографическая карта или план;
- 2) линейка;
- 3) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №4 для записей результатов задания (приложение 5);
- 5) исходные данные для вычисления масштаба аэроснимка.

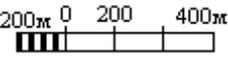
**Первый способ** вычисления масштаба состоит в использовании свойств аэроснимка как центральной проекции. Масштаб определяется отношением фокусного расстояния фотоаппарата  $f_k$  к высоте аэрофотосъемки  $H$ . Определяется численный масштаб  $1/m$ , показывающий степень уменьшения линии на аэроснимке по отношению к той же линии на местности, и линейный  $M_{сн}$ .

**Пример.** Аэрофотосъемка произведена аэрофотоаппаратов с фокусным расстоянием 50 мм с высоты 1000 м.

Численный масштаб:

$$1/m = f_k / H = 50 / 1000000 = 1 / 20000 \quad (33)$$

$$M_{сн} = H / f_k = 1000 / 5 = 200$$

Линейный масштаб составит 

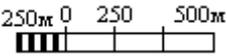
**Второй способ** определения масштаба планового аэроснимка заключается в соотношении длины линии на местности и на аэроснимке. Для этого на местности вдоль прямых дорог, просек или между хорошо опознаваемыми точками измеряется расстояние в метрах ( $L_M$ ). На аэроснимке между теми же точками измеряется расстояние в сантиметрах ( $I_{CH}$ ).

**Пример** Расстояние между двумя квартальными столбами на местности составляет 500 м ( $L_M$ ), а на аэроснимке 2 см ( $I_{CH}$ ).

Численный масштаб вычисляется следующим образом:

$$1/m = I_{CH} / L_M = 2 / 50000 = 1 / 25000 \quad (34)$$

Линейный соответственно будет равен:

$$M_{CH} = L_M / I_{CH} = 500 / 2 = 250$$


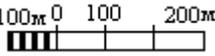
**Третий способ** определения масштаба сводится к соотношению двух идентичных отрезков, измеренных на аэроснимке и карте. Для определения длины отрезка на местности его величину умножают на знаменатель численного масштаба карты.

**Пример.** Расстояние между углом квартала и зданием лесничества на аэроснимке составляет 4,6 см ( $I_{CH}$ ), на карте то же равно 2,3 см ( $L_K$ ), масштаб карты ( $m_K$ ) 1:25 000.

Подставляя исходные данные в формулу, определим численный масштаб аэроснимка:

$$1/m = I_{CH} / L_K * m_K = 4,6 / 2,3 * 20000 = 1 / 10000 \quad (35)$$

Линейный масштаб составит:

$$M_{CH} = L_K * m_K / I_{CH} = 200 * 2,3 / 4,6 = 100$$


## Определение времени дня аэрофотосъемки

**Цель работы:** научиться определять по падающей тени времени дня аэрофотосъемки.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт с аэроснимками, топографическая карта или план;
- 2) линейка и транспортир;
- 3) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №4 для записей результатов задания (приложение 5).

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.9).

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

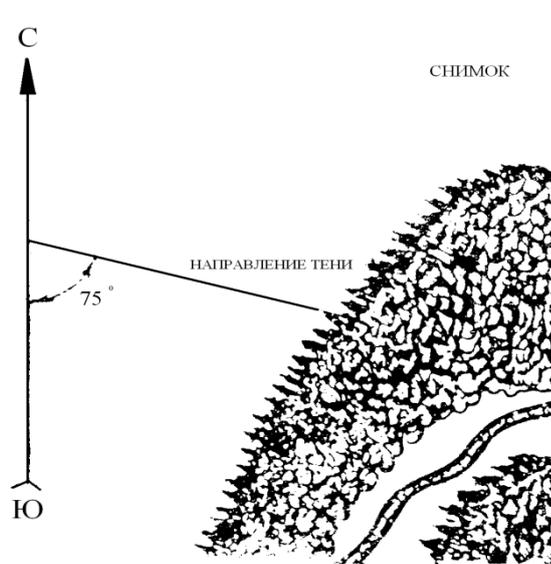


Рис.9 Определение времени дня аэрофотосъемки

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.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Получение стереоскопического эффекта

**Цель работы:** ознакомление со стереоскопом, техникой получения стереоизображения, вычисление вертикального масштаба.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт со стереопарами;
- 2) линейка;
- 3) стереоскоп;
- 4) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №5 для записей результатов задания (приложение 6).

Основными условиями для получения стереоскопического эффекта аэроснимков являются:

- а) каждый глаз наблюдателя должен видеть только одно изображение из взятой пары снимков;
- б) параллельность направления аэрофотосъемки, базиса стереоскопа и базиса глаз.

**Базис стереоскопа** обычно приводится в его паспорте. Для приборов **ЗЛ** базис равен 20 см. Но для большей точности и тренировки глаз базис стереоскопа определяют следующим образом. Под стереоскоп подкладывают лист белой бумаги и, смотря в окуляры, на ней карандашом ставят точку в центре поля левого глаза. В это же время в центре поля правого глаза возникает *мнимая* точка. Ее также закрепляют карандашом на листе бумаги. Получившееся расстояние между этими двумя точками и будет базисом стереоскопа. На этом расстоянии располагают аэроснимки при получении стереоэффекта.

При работе со стереоскопом пользуются следующими приемами. Уложив стереопару под прибор, отыскивают заметные характерные идентичные точки на обоих снимках поближе к центру поля зрения каждого глаза. Эти точки закрывают пальцем: на левом аэроснимке пальцем левой руки, на правой – пальцем правой. Смотря в прибор, аэроснимки начинают медленно сдвигать или раздвигать, добиваясь совмещения изображения пальцев. После слияния пальцев возникает стереоэффект. Для получения устойчивого стереоэффекта необходимо повторять эту операцию несколько раз.

Для выполнения лабораторной работы необходимо получить стереоскопический эффект на снимках разного масштаба.

**Вертикальный** (глубинный) масштаб  $m_v$  в аэрофотосъемке лесного хозяйства применяется для определения высоты стены леса или отдельного дерева в метрах. Увеличение вертикального масштаба стереомодели по сравнению с горизонтальным, усиливает стереоэффект и тем самым увеличивает способность человеческого глаза воспринимать изображения мелких предметов.

Для вычисления вертикального масштаба необходимо установить базис аэроснимка – расстояние между главными точками смежных аэроснимков. При определении базиса главную точку правого снимка необходимо перенести на левый, а левого – на правый. Причем, не всегда перенесенные главные точки будут лежать строго на координатных осях. В большинстве случаев они могут лежать выше и ниже.

Вычисляется вертикальный масштаб по формуле:

$$1/m_v = \rho * b_{сн} * K / H * b_{гл} \quad (36)$$

где  $b_{гл}$  – базис глаза (65 мм);

$H$  – высота аэросъемки по радио-высотомеру, м;

$\rho$  – расстояние наилучшего зрения (250 мм);

$b_{сн}$  – базис снимка:  $b_{сн} = b_1 + b_2 / 2$ , мм

(теоретически  $b_{сн} = 1(100 - P_x) / 100$ , мм);

$K$  – коэффициент увеличения стереоскопа.

Для вычисления вертикального масштаба в линейных величинах следует воспользоваться формулой:

$$m_v = H * b_{гл} / \rho * b_{сн} * K \quad (37)$$

**Пример.** Дано:  $H=1000$  м,  $b_{сн}=62$  мм.

Вычисляем линейный вертикальный масштаб.

$$m_v = 1000 * 65 / 250 * 1,4 * 62 = 3,0 \text{ м}$$

Каждый видимый миллиметр стереоскопической высоты равен 3 м высоты в натуре.

**Деформация стереомодели.** Если внимательно под стереоскопом посмотреть на стереоизображение, то можно заметить некоторое несоответствие вертикальных объектов в сравнении с их действительными размерами. Это выражается в излишней вытянутости деревьев по отношению к диаметру, а также несоответствию рельефа местности с натурным видом. Всклопленные места кажутся гористыми, а склоны – крутыми.

Этот эффект возникает из-за того, что отношение базиса аэрофотосъемки к ее высоте в несколько раз превышает отношение базиса снимков к расстоянию рассматривания. Значение этого искажения (деформации) определяется фокусным расстоянием аэрофотоаппарата. При рассматривании стереоснимков, снятых аэрофотоаппаратом с малым фокусным расстоянием, эффект вертикальной деформации увеличивается.

Степень деформации стереомодели ( $\Delta$ ) местности определяется соотношением вертикального масштаба изображения к горизонтальному:

$$\Delta = 1/m_v; 1/m$$

$$\Delta = \rho * b_{сн} * K / f_k * b_{гл} = 5,4 * b_{сн} / f_k \quad (38)$$

Величина  $\Delta$  показывает, во сколько раз вертикальный масштаб изображения крупнее горизонтального. Если  $\Delta$  больше 1,0, то крутизна холмов и вытянутость деревьев будет казаться преувеличенной. Если  $\Delta$  меньше 1,0, то это указывает на преуменьшение вытянутости вертикальных объектов местности. Обычно в лесном дешифрировании приходится иметь дело с  $\Delta$ , равным, или больше 1,0.

**Пример** Дано:  $f_k=100$  мм,  $b_{сн}=62$  мм. Надо определить степень деформации модели. Для этого подставим абсолютные значения в формулу (38).

$$\Delta = 5,4 * 62 / 100 = 3,3$$

Вертикальный масштаб крупнее горизонтального в 3,3 раза. Во столько же раз деформируется стереоизображение.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7**

### **Дешифрирование нелесных и не покрытых лесом земель**

**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:

- 1) конверт со стереопарами;
- 2) стереоскоп;
- 3) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №6 для записей результатов задания (приложение 7).

Топографическое дешифрирование определяет опознание и количественную характеристику объектов местности, составляющих содержание топографических карт.

Все полученные данные заносятся в бланк №6 (прил.7).

После выполнения задания студент сдает работу на проверку преподавателю.

#### **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 спектрональных 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 спектрональных – 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 спектрзональных 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 сфагнума 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 спектрзональных 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 спектрзональных 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 ярко-светлым тоном и прямолинейностью границ. Форма их обычно прямоугольная (реже другой геометрической фигуры). Хорошо просматриваются следы тракторной трелевки, кучи хвороста, оставленные семенники. На спектрзональных снимках свежие вырубki желтовато-зеленоватого цвета, возобновленные лиственными породами – оранжевого, а хвойными – сине-зеленого 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 спектрзональных 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 спектрзональных 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 спектрзональных снимках изображаются синим цветом.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

### Дешифрирование лесных насаждений по преобладающим породам

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

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт со стереопарами;
- 2) стереоскоп;
- 3) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 4) бланк №7 для записей результатов задания (приложение 8);
- 5) бланк-карта дешифровочных признаков древостоев (приложение 8).

При дешифрировании лесных площадей следует воспользоваться видимыми на аэроснимке под стереоскопом показателями древостоев. Основные придержки для описания признаков дешифрирования приведены в Бланк-карте дешифровочных признаков древостоев (прил. 8).

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. В бланк карте следует указать масштаб аэрофотоснимка и тип аэропленки.

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. 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%).

При ответе на вопросы, связанные с размерами, протяженностью или высотой, необходимо произвести соответствующие измерения стереомоделей насаждений. Для этого следует воспользоваться горизонтальным и вертикальным масштабом. 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; довольна 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 спектрзональных 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 де-

ревьев, 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 кедрового дерева конусовидной формы. В возрасте 30-50 лет в связи с сильным развитием боковых побегов она принимает вид вытянутого параболоида. С ослаблением 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 пологом древостое 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 кедрового дерева 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 полого не выражена. Степень сомкнутости полого 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 спектрально-аэрофотоснимках кроны желто-оранжевые. Порослевые древостои хорошо дешифрируются в виде «гнезд», состоящих из 4 и более деревьев. В целом изображение березовых насаждений на аэрофотоснимках 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 природе 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 спектрональных 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.

**Ли́па**, 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, обратнойцевидной 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 спектрональных 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 – обратнойцевидная. 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 спектрональных аэрофотоснимках желто-оранжевого или красно-оранжевого цвета.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

### Определение основных таксационных показателей древостоев методом инструментально-измерительного дешифрирования

**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.

Для выполнения работы каждому студенту выдаются:

- 1) конверт со стереопарами;
- 2) стереоскоп;
- 3) параллаксометр;
- 4) точечная палетка;
- 5) шкалы кружков;
- 6) линейка;
- 7) измерительная лупа;
- 8) руководство для проведения лабораторных занятий;
- 9) бланк №8 для записей результатов задания (приложение 9).

#### 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.10). По длине отогнутой части определяют стереоскопическую высоту дерева  $h_c$ . Для определения высоты дерева используют следующую формулу:

$$h = h_c * M_{\text{вер}}, \quad (39)$$

где  $h_c$  – стереоскопическая высота древостоя, мм;

$M_{\text{вер}}$ - вертикальный масштаб аэрофотоснимка.

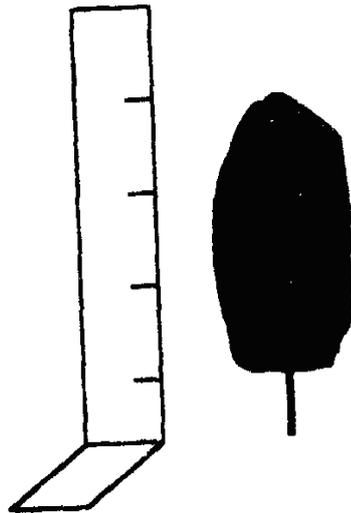


Рис.10 Измерение стереоскопической высоты дерева

**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 параллаксметров со специальными приспособлениями в виде визирных марок, нанесенных на стекла (нитевидных, точечных, крестообразных и др.)

Принципиальное устройство параллаксметра показано на рис. 11.

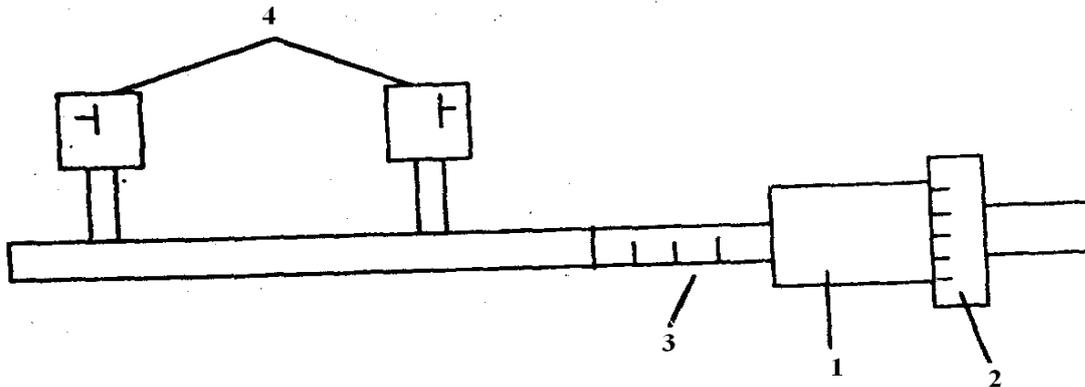


Рис. 11 Схема устройства параллаксметра

Прибор состоит из:

- 1 – корпус,
- 2 – микрометричный (параллактический) винт,
- 3 – макрометричная шкала,
- 4 – маркодержатели.

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

Техника измерения разности продольных параллаксов сводится к следующему (рис.12). 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  $M$  (3).

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.

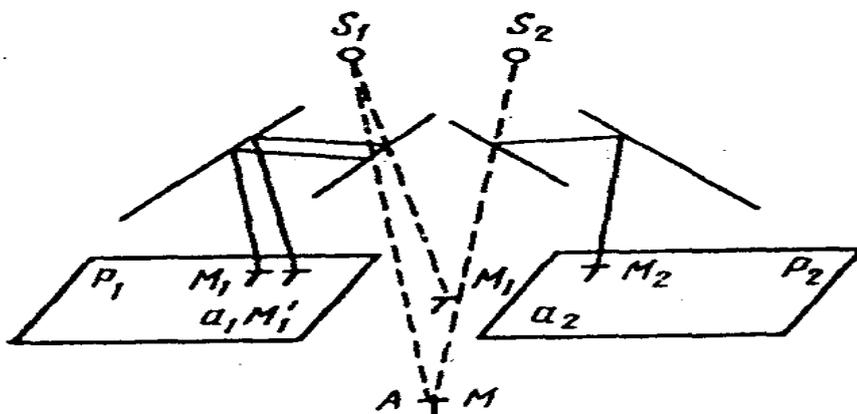


Рис.12 Схема получения разности продольных параллаксов

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):

$$h = H \cdot V / \Delta p \quad (40)$$

**Пример.** Дано:  $H=1500$  м,  $V=120$  мм,  $\Delta p=1,44$  мм.

Подставим исходные значения в формулу.  $h_d = 1500 \cdot 1,44 / 120 = 18$  м

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

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

где  $H$ ,  $B$ ,  $\Delta p$  – те же величины, что и в формуле (40);

$h$  – превышение рельефа над уровнем местности, м.

**Пример.** Дано:  $H=1200$  м,  $h=150$  м,  $B=70$  мм,  $\Delta p=1,3$  мм

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

$$h_d = L * n * k, \quad (42)$$

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  $56^0$

Время дня, ч	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  $56^\circ$ , время съемки – 09 часов, дата 10 июня,  $L=2,4$  мм, масштаб 1:10000. Используя вышеназванные придержки по коэффициенту масштаба и таблицу 8 вычисляем высоту дерева:

$$h_d = 2,4 * 1 * 9,43 = 22,6 \text{ м.}$$

### 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.

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

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

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

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.13). 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.

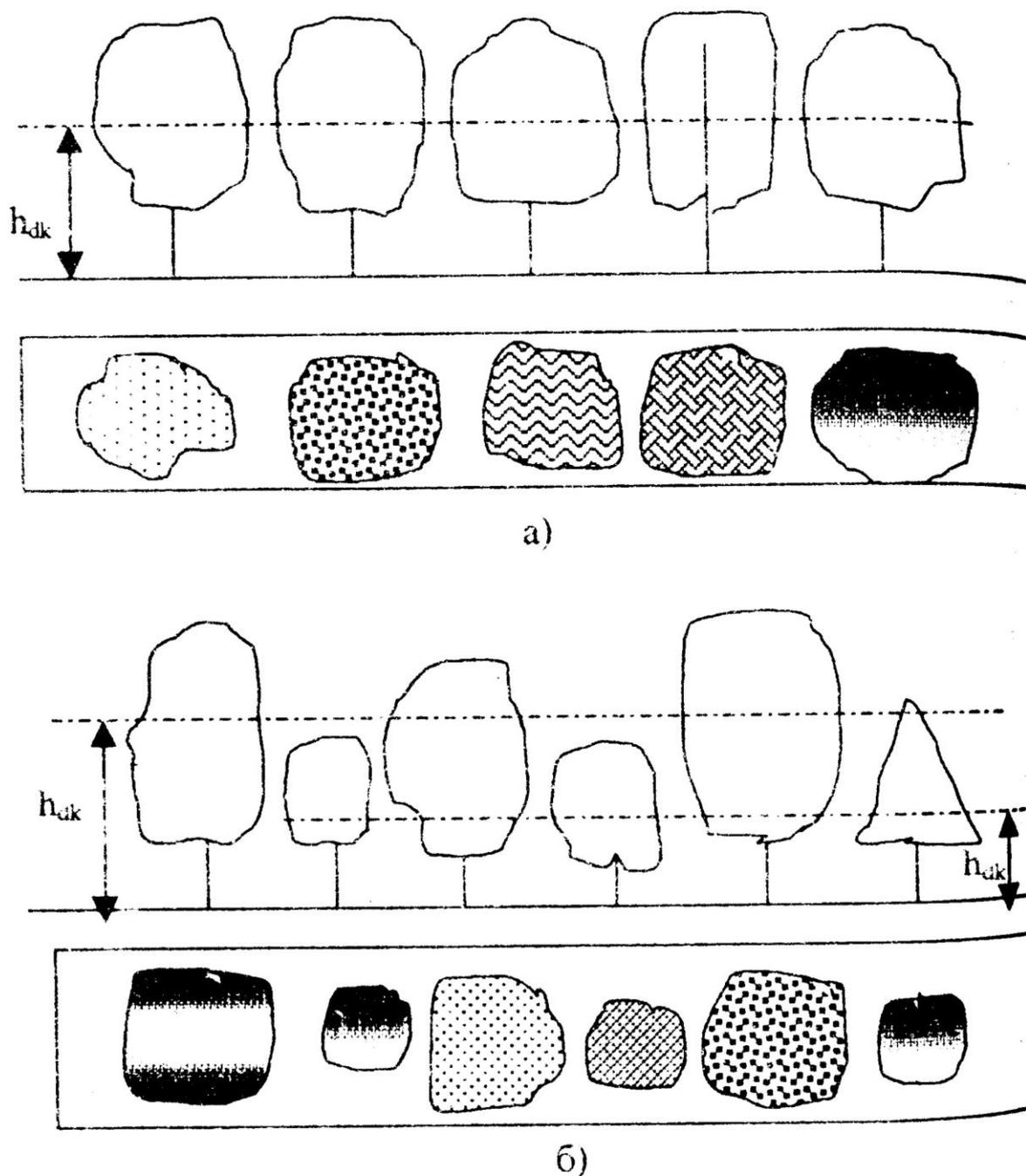


Рис. 13 Сомкнутость полога крон древостоя:

- 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 аэрофотоснимков. Палетка накладывается на исследуемый древостой. При помощи лупы подсчи-

тывается 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 аэро- снимка проводят прямую линию длиной 10-20 мм и при помощи меркой 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 кажутся 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:

$$\text{Сосна} \quad P=1,415 P_s + 0,050$$

В.И. Сухих

$$\text{Береза} \quad P = P_s + 0,21$$

С.В.Вавилов

$$\text{Дуб} \quad P = 0,89 P_s + 0,16$$

А.В.Любимов

### **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 устанавливается 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 полога 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 полога 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	100
Сосна	2,2	2,9	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5
Береза	1,8	3,0	3,9	4,7	5,4	6,3	7,0	7,5	8,2
Осина	2,4	3,5	4,4	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6
Дуб	2,1	3,0	3,9	4,7	5,4	6,1	6,9	7,7	8,3

## 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
<b>Высоты порослевых насаждений, м</b>							
5	5	4	3	2	1,5	1	-
10	7	6	5	4	3	2	1
15	11	10-9	8-7	6	5	4-3	2-1
20	14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
25	16	15-13	12-11	10-9	8-7	6-5	4-3
30	18	17-16	15-13	12-11	10-8	7-6	5-4
35	20	19-17	16-14	13-12	11-10	9-7	6-5
40	21	20-19	18-16	15-13	12-11	10-8	7-5
45	23	22-20	19-17	16-14	13-12	10-8,5	8-6
50	25	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6
55	26	25-23	22-19	18-16	15-13	12-9	8-7
60	27	26-24	23-20	19-17	16-14	13-10	9-7
65	28	27-25	24-21	20-17	16-14	13-10	9-7
70	28,5	28-25	24-21	21-18	17-14	13-11	10-8
75	29	28-26	25-22	21-19	18-15	14-11	10-8
80	30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-9
90	31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
100	31	30-28	27-24	23-21	20-16	15-13	12-9

### 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 м<sup>3</sup>. Умножив запас табличный на данную полноту, мы получим запас дешифрируемого выдела.  $M=302*0,7=211 \text{ м}^3$ .

Таблица 12

Суммы площадей сечений (м<sup>2</sup>) и запас насаждений (м<sup>3</sup>) при полноте 1,0

Средние высоты, м	Сосна, лиственница		Ель, пихта сибирская		Береза		Осина, ольха	
	Площ. сечен	Запас	Площ. сечен	Запас	Площ. сечен	Запас	Площ. сечен	Запас
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
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
36	38,9	589	-	-	-	-	-	-
37	39,0	615	-	-	-	-	-	-
38	39,1	631	-	-	-	-	-	-
39	39,2	646	-	-	-	-	-	-
40	39,3	662	-	-	-	-	-	-

### Фитомасса крон, F

Определение запаса фитомассы крон деревьев необходимо при оценке кислородопродуктивности, ландшафтно-эстетической ценности древостоя, фитонцидности и углероддепонировании.

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, см	Разряды высот					
	I		II		III	
	h	F	h	F	h	F
<b>Сосна</b>						
6	10,0	1,5	8,7	1,6	7,6	2,5
8	12,5	2,3	10,9	3,0	9,6	3,8
10	14,7	3,5	13,0	4,6	11,5	5,4
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
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
<b>Осина</b>						
6	9,6	1,5	9,1	1,6	8,6	1,8
8	12,8	2,5	12,2	2,8	11,6	3,0
10	15,8	4,4	15,1	5,0	14,4	5,6
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

<b>Береза</b>						
6	11,0	1,4	10,7	1,6	9,4	1,9
8	13,8	2,3	12,9	2,6	11,5	3,0
10	16,2	3,5	14,9	4,0	13,5	4,5
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
40	30,5	148,0	28,4	164,0	26,2	181,0
<b>Лица</b>						
6	9,1	0,8	8,1	1,0	7,1	1,1
8	11,4	1,5	10,2	1,8	9,0	2,0
10	13,4	2,5	12,0	2,9	10,7	3,4
12	15,1	3,9	13,6	4,4	12,2	5,0
14	16,6	5,7	15,1	6,4	13,5	7,0
16	17,9	8,1	16,3	8,9	14,7	9,8
18	19,0	11,0	17,3	12,2	15,7	13,6
20	19,6	14,4	18,2	16,5	16,5	18,6
22	20,7	18,3	18,9	21,4	17,2	24,7
24	21,3	22,6	19,5	27,1	17,8	31,6
26	21,8	27,6	20,0	33,3	18,3	39,0
28	22,2	32,9	20,4	39,9	18,6	46,9
30	22,6	38,6	20,8	46,7	19,0	54,8
32	23,0	44,5	21,2	53,7	19,4	61,0
34	23,4	51,1	21,5	60,8	19,7	68,0
36	23,8	57,9	21,9	67,2	20,0	76,5
38	24,2	65,1	22,3	74,8	20,4	84,5
40	24,6	71,7	22,6	83,0	20,7	94,0

**Пример.** При дешифрировании соснового древостоя установлены 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,  $A = 80$  лет,  $P = 0,7$

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

<b>Возраст, лет</b> <b>Порода</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
Лиственница сибирская	9,86	11,72	14,15	16,5	18,63	20,61	22,35	23,77	25,08	26,0
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	-	-	-	-	-	-	-
Тополь канадский	15,27	22,05	25,58	-	-	-	-	-	-	-
Дуб	7,01	12,58	18,71	24,04	27,85	30,57	32,33	33,61	-	-
Ольха черная	4,8	8,11	12,13	16,21	18,54	20,24	21,5	22,36	23,21	23,84
Липа	6,84	9,6	-	-	13,79	-	16,54	-	17,97	-
Ясень	-	6,33	11,14	18,37	25,42	31,9	37,74	43,16	-	-

## Глоссарий

**Абрис** – зарисовка местности.

**Азимут Солнца** – дуга горизонта, заключенная между точкой юга и точкой пресечения горизонта с вертикальной плоскостью, проходящей через зенит и светило.

**Аэрофотоснимок** – снимок поверхности Земли с самолета.

**Буссоль** – компас с градуированным кольцом.

**Высота абсолютная** – отсчитываемая от нуля Кронштдатского футштока.

**Высота Солнца** – угол между направлением на Солнце и плоскостью горизонта.

**Водораздел** – условная линия или полоса местности, разделяющая поверхностный сток.

**Географический ландшафт** – основная единица природно-территориального комплекса (ПТК) – генетически однородный, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из свойственному данному ландшафту набору динамически сопряженных и закономерно повторяющихся в пространстве урочищ.

**Глазомерная съемка** – съемка местности без применения измерительных приборов.

**Горизонталь** – замкнутая кривая линия, соединяющая точки с одинаковой абсолютной высотой.

**Дирекционный угол** – угол направления измеряемый по ходу часовой стрелки от северного направления вертикальной линии координатной сетки. Заложение расстояние между двумя смежными горизонталями.

**Карта** – условно уменьшенное изображение земной поверхности.

**Контурное дешифрирование** – служит для определения топографических объектов, разделения площади лесного фонда на отдельные участки.

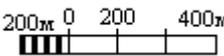
**Крутизна слата** – угол наклона местности к горизонтальной плоскости.

**Лесное дешифрирование** – выявление на аэроснимках категорий лесных объектов и описание их морфологической и таксационной характеристики.

**Масштаб** – отклонение длин линий на карте к соответствующим горизонтальным приложениям на местности. Масштаб у плана один, но указать его можно тремя способами:

- числом (численный масштаб 1:20 000);

- словами (именной масштаб в 1 см – 200 м);

- линейный масштаб 

**Накидной монтаж** – схематическая картина заснятой местности.

**Нивелирование** – определение превышений между точками.

**Номенклатура топографических карт** – обозначение карт, позволяющее определить ме-

стоположение листа карты на земной поверхности.

**Планиметр** – прибор для определения площадей на топографических картах.

**Поперечное перекрытие** – взаимное перекрытие аэрофотоснимков соседних маршрутов.

**Продольное перекрытие** – взаимное перекрытие двух смежных аэрофотоснимков в маршруте.

**Прямолинейность маршрута** – степень отклонения главных точек аэрофотоснимков от прямой линии, соединяющей главные точки первого и последнего аэрофотоснимков в маршруте.

**Рабочая площадь аэрофотоснимка** – наименее искаженная центральная часть аэроснимка, получаемая в результате отграничения линий, проведенных посередине продольных и поперечных перекрытий.

**Репродукция накладки монтажа** – это его фотография, выполненная в определенном масштабе.

**Румб** – угол измерений от 0 до 900, отсчитываемый от ближайшего северного или южного конца меридиана.

**Съемка тахеометрическая** – служит для составления плана местности.

**Таксационное дешифрирование** – получение таксационной характеристики исследуемых лесных насаждений.

**Урочище** – более сложный по структуре повсеместно распространенный природный комплекс, объединяющий в себе несколько фаций, тесно связанных друг с другом.

**Теодолит** – прибор для измерений горизонтальных и вертикальных углов.

**Фация** – самая простая неделимая единица территориальная единица ландшафта, на всем протяжении которого сохраняется одинаковая литология поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, один микроклимат, одна почвенная разность и один биоценоз.

## Литература

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 полезащитных 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 полезащитных 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 полезащитных 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 лесообразующих 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.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Оренбургский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и зеленого строительства  
Кафедра лесопользования и информационных технологий в лесном хозяйстве  
Студент (ка) \_\_\_ группы \_\_\_\_\_

**НАКИДНОЙ МОНТАЖ И ОБЩАЯ ОЦЕНКА АЭРОФОТОСЪЕМКИ**

1. Накладной монтаж

Размер снятого участка: длина А \_\_\_ см, С \_\_\_ см, площадь S \_\_\_ га, количество маршрутов \_\_\_\_, количество снимков \_\_\_\_, масштаб \_\_\_\_\_

*Схема накладного монтажа*

255	267	
312		305
469	475	

2. Фотографическое качество аэроснимков

а) оценка величины продольных перекрытий

Номера маршрутов	Номера снимков	Измеренные по порядку продольные перекрытия, %	Максимальное перекрытие, %	Минимальное перекрытие, %	Оценка
<b>ИТОГО:</b>					

б) оценка величины поперечных перекрытий

Смежные маршруты	Номера снимков смежных маршрутов	Измеренные по порядку поперечные перекрытия, %	Минимальное перекрытие, %	Максимальное перекрытие, %	Оценка
<b>ИТОГО:</b>					

в) Определение прямолинейности маршрутов полета

Номера маршрутов	Длина маршрута, мм	Длина стрелки прогиба, мм	Процент прогиба, %	Оценка
<b>ИТОГО:</b>				

г) определение разномасштабности аэроснимков

Направление	Номера маршрутов	Номера смежных снимков	Расстояния, измеренные на снимках в мм $L_1 / L_2$	Округленный процент разномасштабности	Оценка в баллах
Продольные					
	и т.д.	Средняя оценка разномасштабности			
Поперечные					
	и т.д.	Средняя оценка			

3. Фотографическое качество аэроснимков

Категория качества снимков	Количество снимков
1. Нормальный отпечаток 2. Недодержанный отпечаток 3. Передержанный отпечаток 4. Общая нерезкость изображения 5. Частичная (краевая) нерезкость 6. Общая вуаль 7. Пузыри на снимках 8. Засветка от электрорядов 9. Желтизна 10. Белые пятна от облаков 11. Темные пятна тени от облаков 12. Механические повреждения 13. Различие цветового тона	
Общая оценка качества аэроснимков	

4. Общая сводная оценка качества аэрофотосъемки

Показатели качества аэрофотосъемки	Оценка
1. Продольные перекрытия 2. Поперечные перекрытия 3. Прямолинейность маршрутов 4. Непараллельность базиса фотонафирования 5. Разномасштабность снимков 6. Фотографическое качество снимков	
Общая оценка качества аэрофотосъемки	

Работу выполнил «        » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись \_\_\_\_\_

Приложение №2

Исходные данные для расчета основных элементов плановой аэросъемки

№ варианта	Длина площади, подлежащей съемке, км (А)	Ширина площади, подлежащей съемке, км (С)	Масштаб съемки	Формат снимков (см x см)	Продольные перекрытия, %	Поперечные перекрытия, %	Фокусное расстояние аппарата, мм	Путевая скорость самолета, км/ч	Допустимый линейный сдвиг изображения, мм	Расстояние от аэродрома до снимаемого участка $L_{расст}$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
1	30	40	1:10000	18 x 18	60	40	100	120	0,05	20
2	35	35	1:10000	18 x 18	65	40	200	130	0,1	15
3	40	50	1:15000	30 x 30	60	40	100	150	0,1	18
4	35	30	1:10000	30 x 30	60	35	200	140	0,05	25
5	25	40	1:15000	18 x 18	65	35	100	125	0,05	30
6	30	35	1:30000	18 x 18	60	35	100	180	0,05	10
7	35	40	1:15000	18 x 18	65	40	100	170	0,1	8
8	20	25	1:10000	30 x 30	60	35	100	160	0,1	16
9	25	35	1:20000	30 x 30	58	35	100	155	0,05	15
10	27	28	1:20000	18 x 18	58	40	100	145	0,05	20
11	33	37	1:15000	30 x 30	60	40	200	135	0,1	14
12	47	23	1:10000	18 x 18	62	38	100	140	0,05	9
13	25	38	1:10000	30 x 30	65	38	200	120	0,1	17
14	32	45	1:30000	30 x 30	60	40	100	135	0,05	16
15	42	36	1:25000	30 x 30	58	35	100	140	0,1	20
16	40	20	1:15000	18 x 18	59	36	200	125	0,05	23
17	33	36	1:20000	18 x 18	61	37	100	145	0,1	22
18	26	28	1:20000	18 x 18	63	32	100	170	0,05	25
19	37	33	1:20000	18 x 18	62	33	100	160	0,05	26
20	34	39	1:30000	30 x 30	64	34	100	150	0,05	30
21	23	27	1:30000	18 x 18	65	42	100	140	0,05	18
22	46	42	1:15000	18 x 18	60	43	100	130	0,1	9

## Окончание приложения №2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
23	43	48	1:20000	30 x 30	59	36	100	120	0,1	14
24	29	34	1:10000	30 x 30	61	33	100	180	0,1	12
25	27	36	1:25000	18 x 18	60	30	100	175	0,05	16
26	42	40	1:10000	30 x 30	58	26	200	180	0,05	20
27	40	40	1:12000	30 x 30	57	25	200	160	0,05	24
28	34	28	1:20000	18 x 18	60	22	100	200	0,1	17
29	26	30	1:11000	30 x 30	58	20	200	400	0,05	13
30	40	50	1:5000	30 x 30	58	26	500	150	0,1	15

Оренбургский государственный  
аграрный университет

Кафедра лесопользования и информационных  
технологий в лесном хозяйстве

Студент \_\_\_\_ группы

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

*Условия аэрофотосъемки*

1. Масштаб аэрофотосъемки  $1/m =$  \_\_\_\_\_ ;
2. Длина маршрута  $A =$  \_\_\_\_\_ км;
3. Ширина фотографируемой площади в меридиональном направлении  $C =$  \_\_\_\_\_ км;
4. Площадь аэрофотосъемки  $\Pi = A \times C =$  \_\_\_\_\_ км<sup>2</sup> = \_\_\_\_\_ га;
5. Фокусное расстояние фотоаппарата  $f_k =$  \_\_\_\_\_ мм, м;
6. Путьевая скорость самолета  $V =$  \_\_\_\_\_ км/ч
7. Размер аэроснимка  $1 \times 1 =$  \_\_\_\_\_ см;
8. Продольное перекрытие  $P_x =$  \_\_\_\_\_ %;
9. Поперечное перекрытие  $P_y =$  \_\_\_\_\_ %;
10. Допустимый линейный сдвиг  $g =$  \_\_\_\_\_ мм, м;
11. Стоимость летного часа  $C_{\text{час}} =$  \_\_\_\_\_ руб;
12. Расстояние от аэродрома до снимаемого участка  $L_{\text{расст}} =$  \_\_\_\_\_ км.

*Вычислить элементы плановой аэрофотосъемки*

1. Высота воздушного фотографирования:

$$H = f_k \times m = \text{_____ м}$$

2. Длина сторон рабочей площади аэроснимка:

$$1_x = 1(100 - P_x)/100 = \text{_____ см}$$

$$1_y = 1(100 - P_y)/100 = \text{_____ см}$$

3. Площадь местности, заснятая на одном аэроснимке:

$$\text{общая: } S_{\text{сн}} = (1 \times m)^2/10000 = \text{_____ га}$$

$$\text{рабочая: } S_p = 1_x \times 1_y (m/100)^2 = \text{_____ га,}$$

где  $1, 1_x, 1_y$  в м

4. Базис фотографирования:

$$B = 1 \times m(100 - P_x)/100 = \text{_____ м}$$

5. Расстояние между маршрутами:

$$D = 1 \times m(100 - P_y)/100 = \text{_____ м}$$

6. Количество съемочных маршрутов:  $N_{\text{мар}} = C/D + 1 =$  \_\_\_\_\_ маршрутов

7. Количество аэроснимков в маршруте:

$$R = A/B + 2 = \text{_____ шт.}$$

8. Общее количество аэроснимков на весь снимаемый участок:  $N_{\text{общ}} = N_{\text{мар}} \times R =$  \_\_\_\_\_ шт.

9. Максимально допустимая экспозиция:

$$t_{\text{max}} = g \times m / V = \text{_____ с}$$

10. Интервал между экспозициями:

$$T = B / V = \text{_____ с}$$

11. Общая длина маршрутов:

$$L_{\text{общ}} = A \times N_{\text{мар}} = \quad \text{км}$$

12. Общая длина пути самолета:

$$L_{\text{пути}} = L_{\text{общ}} + n \times D = \quad \text{км},$$

где  $n$  – число заходов с маршрута на маршрут.

13. Количество съемочного времени:

$$T_c = T_{c1} + T_{c2} = \quad \text{ч},$$

где  $T_{c1}$  – время, необходимое на прохождение самолетом всей длины пути на аэросъемке: всех маршрутов, на развороты и переходы на следующий маршрут.

$$T_{c1} = L_{\text{пути}} / V = \quad \text{ч}$$

$T_{c2}$  – время, затрачиваемое на аэронавигационные расчеты в воздухе до начала фотографирования и на пересъемку забракованных мест:

$$T_{c2} = 0,2 \times T_{c1} = \quad \text{ч}$$

14. Несъемочное время:

а) число полетов с аэродрома на съемочную площадь:

$$n_1 = T_c / t_c = \quad \text{ч},$$

где  $t_c$  – продолжительность аэрофотосъемки за один вылет (2,5-3 часа);

б) время на набор высоты и спуск самолета:  $T_1 = 10 \text{ мин} \times n_1 = \quad \text{ч}$

в) время для перелета от аэродрома на снимаемую площадь и обратно:

$$T_2 = 2 L_{\text{расс}} \times n_1 / V = \quad \text{ч}$$

г) несъемочное время, всего:

$$T_n = T_1 + T_2 = \quad \text{ч}$$

15. Общее летное время:

$$T_{\text{летн}} = T_c + T_n = \quad \text{ч}$$

16. Стоимость летно-съемочных работ:

$$C_t = T_{\text{летн}} \times C_{\text{час}}$$

17. Стоимость летно-съемочных работ 1 га:

$$C_{\text{/ га}} = C_t / 1000 = \quad \text{условных рублей.}$$

18. Требуемое количество фильма:

$$L_{\text{ф}} = N_{\text{общ}} \times L = \quad \text{м}$$

б) число рулонов фильма (длина рулона 60 м)

$$N_{\text{рул}} = L_{\text{ф}} / 60 = \quad \text{рулона}$$

Работу выполнил « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись \_\_\_\_\_

Оренбургский государственный  
аграрный университет

Кафедра лесопользования и информационных  
технологий в лесном хозяйстве

Студент \_\_\_\_ группы  
\_\_\_\_\_

## I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДИ АЭРОФОТОСНИМКА

Зарисовать рабочую площадь аэроснимка и проставить номера смежных снимков.



Аэроснимок \_\_\_\_\_  
1 = \_\_\_\_\_ см

Масштабы:  
а) численный 1:  
б) линейный в 1 см – м

### РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧЕЙ И ПОЛЕЗНОЙ ПЛОЩАДИ

Фактические данные рабочей площади	Расчетные данные рабочей площади
<i>Стороны рабочей площади</i>	
$l_x =$ _____ см	$l_x = 1(100 - P_x)/100 =$ _____ см
$l_y =$ _____ см	$l_y = 1(100 - P_y)/100 =$ _____ см
<i>Величина рабочей площади</i>	
$S_{раб} = l_x \times l_y =$ _____ см <sup>2</sup>	$S_{раб} = l_x \times l_y =$ _____ см <sup>2</sup>
<i>Площадь аэроснимка</i>	
$S_{сн} = l \times l =$ _____ см <sup>2</sup>	$S_{сн} = l \times l =$ _____ см <sup>2</sup>
<i>Процент рабочей площади от всей площади аэроснимка</i>	
$S_{раб} \times 100 / S_{сн} =$ _____ %	$S_{раб} \times 100 / S_{сн} =$ _____ %
<i>Площадь на местности</i>	
$S_{раб} = l_x \times l_y (m/100)^2 =$ _____ га,	$S_{раб} = l_x \times l_y (m/100)^2 =$ _____ га,
$S_{сн} = (l \times m/100)^2 =$ _____ га	$S_{сн} = (l \times m/100)^2 =$ _____ га
Где $l_x, l_y$ в м	
<i>Вычисление площади через линейный масштаб</i>	
$L = l \times M =$ _____ м	$L = l \times M =$ _____ м
$L_x = l_x \times M =$ _____ м	$L_x = l_x \times M =$ _____ м
$L_y = l_y \times M =$ _____ м	$L_y = l_y \times M =$ _____ м
$S_{раб} = L_x \times L_y / 10000 =$ _____ га	$S_{раб} = L_x \times L_y / 10000 =$ _____ га
$S_{сн} = L^2 / 10000 =$ _____ га	$S_{сн} = L^2 / 10000 =$ _____ га

Проценты перекрытий		l, см	Вычисленные стороны рабочей площади, см		Величина рабочей площади, S см <sup>2</sup>	Площадь аэроснимка, S см <sup>2</sup>	Процент рабочей площади от всей площади аэроснимка	Площадь на местности, S га
Продольного P <sub>x</sub>	Поперечного P <sub>y</sub>		l <sub>x</sub>	l <sub>y</sub>				
<b>ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДИ</b>								
<b>РАБОЧИЕ ДАННЫЕ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДИ</b>								

## II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНОЙ ПЛОЩАДИ АЭРОФОТОСНИМКА

Зарисовать в произвольном масштабе полезную площадь с указанием радиуса полезной площади

Радиус полезной площади для равнинной местности:

$$r = \sqrt{g \cdot f_k / i} = \quad \text{см}$$

Радиус полезной площади для холмистой местности:

$$r = g \times H / h = \quad \text{см,}$$

где g – допустимая величина искажения; f – фокусное расстояние аэрофотоаппарата;

i – уклон местности или отклонение оптической оси аэрофотоаппарата в радианах (для перевода угла в градусах в радианную меру нужно разделить число градусов на 57, а число минут – на 3438); H – высота аэрофотосъемки; h – предельное значение превышений и понижений от ровней плоскости.

Работу выполнил « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись \_\_\_\_\_

Оренбургский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и зеленого строительства  
Кафедра лесопользования и информационных технологий в лесном хозяйстве  
Студент(ка) \_\_\_ группы \_\_\_\_\_

### I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО МАСШТАБА ПЛАНОВОГО АЭРОФОТОСНИМКА

1. Первый способ:

$$1/m = f_k / H$$
$$M_{CH} = H / f_k$$

2. Второй способ:

$$1/m = L_{CH} / L_M$$
$$M_{CH} = L_M / l_{CH}$$

3. Третий способ:

$$1/m = l_{CH} / L_K \times m_K$$
$$M_{CH} = L_K \times m_K / L_{CH}$$

### II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ДНЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Аэрофотоснимок № \_\_\_\_\_  
Широта местности \_\_\_\_\_  
Дата аэросъемки \_\_\_\_\_

1. Измерить величину угла между направлениями меридиана и падающей тени
2.  $360^\circ$  соответствует 24 часам: одному часу соответствует  $15^\circ$  угла, одной минуте времени –  $15'$  угла.
3. Время дня аэросъемки \_\_\_\_\_

Работу выполнил «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Подпись \_\_\_\_\_

Оренбургский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и зеленого строительства  
Кафедра лесопользования и информационных технологий в лесном хозяйстве  
Студент(ка) \_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_

### ПОЛУЧЕНИЕ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

1. Перечислить условия стереоскопического эффекта:  
Определить величину базиса стереоскопа  $B_{стер} =$

2. Виды стереоскопического эффекта: прямой, обратный и нулевой. Зарисовать схемы расположения снимков при различных видах стереоэффекта:

3. Вычисление вертикального масштаба:

$$1/m_v = p \times b \times K/H \times b_{гл},$$

где  $b_{гл}$  – базис глаз (65мм);

$H$  – высота аэросъемки по радиовысотомеру, м;

$p$  – расстояние наилучшего зрения (250 мм);

$b_{сн}$  – базис снимка:  $b_{сн} = b_1 + b_2/2$ , мм

(теоретически  $b_{сн} = 1(100 - P_x)/100$ , мм);

$K$  – коэффициент увеличения

4. Степень деформации стереомодели

$$\Delta = 1/m_v : 1/m$$

Работу выполнил «        » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись \_\_\_\_\_

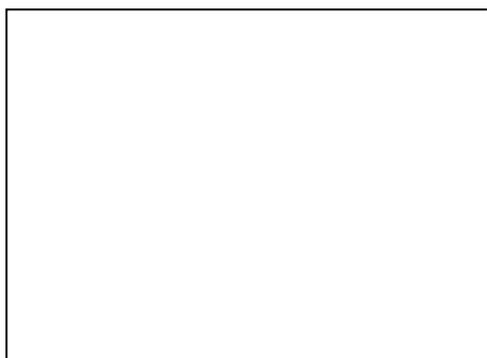
Приложение №7  
Бланк №6

Оренбургский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и зеленого строительства  
Кафедра лесопользования и информационных технологий в лесном хозяйстве  
Студент(ка) \_\_\_ группы \_\_\_\_\_

№ стереопары \_\_\_\_\_

Масштаб \_\_\_\_\_

Абрис рабочей площади



N	Категория площади	Вид участка: луг, вырубка	Дешифровочные признаки участка			
			Цвет изо- бражения	Геометричес- кая форма	Четкость контуров	Приме- чание

Работу выполнил «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Подпись \_\_\_\_\_

Оренбургский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и зеленого строительства  
Кафедра лесопользования и информационных технологий в лесном хозяйстве  
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			

## 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 1 м				
4. Форма собственной тени	Треуголь-ная	Подково-образная	Овальная	Неопределен-ная	Неразли-чима
5. Переход от освещенной к затененной части кроны	Резкий		Постепенный		Неразличим
6. Степень выпуклости крон	Плоская	Невыпук-лая, ост-роко-нечная	Слабо выпуклая	Выпуклая	Неразли-чима
7. Форма крон (сбоку)	Согласно принятой классификации				
8. Форма верхней части кроны (сбоку)	Конусо-видная остро-конечная	Конусо-видная затуплен-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 выделя-ются	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 по-лога в глубину	Не просмат-ривается	Просматривается до $H_{dk}$		До поверхности земли	
19. Сомкнутость полога	0,3-0,4	0,5	0,6	0,7	0,8-0,9
20. Местоположение участ-ка	Котловина	На склоне		Рельеф не выражен	
21. Характер смещения пород	Равномер-ное	Куртинное		Неравномер-ное	Не выраже-но
22. Наличие второго яруса	Густой	Редкий		Нет	Не различа-ется



Подпись \_\_\_\_\_

Приложение №9  
Бланк №8

Оренбургский государственный аграрный университет  
Факультет лесного хозяйства и зеленого строительства  
Кафедра лесопользования и информационных технологий в лесном хозяйстве  
Студент(ка) \_\_\_ группы \_\_\_\_\_

**ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ**

*Определение высоты дерева и древостоя*

а) глазомерно-стереоскопическим способом:

Стереоскопическая высота  $h_c =$  \_\_\_\_\_ мм

Вертикальный масштаб  $M_{\text{вер}} =$  \_\_\_\_\_ м/мм

$h = h_c * M_{\text{вер}} =$  \_\_\_\_\_ м;

б) по разности продольных параллаксов:

N стереопары \_\_\_\_,  $H =$  \_\_\_\_\_ м,  $f_k =$  \_\_\_\_\_ мм,  $B_{\text{сн}} =$  \_\_\_\_\_ мм

N дерева	Измеренные параллаксы, мм			Среднее P Из трех за- меров	Высота де- рева $h = H * P / B_{\text{сн}}$
	Вершина де- рева $p_1$	Основание дерева $p_1$	Разность па- раллаксов P		

в) по длине падающей тени:

Широта местности \_\_\_\_\_ Длина падающей тени  $L =$  \_\_\_\_\_ мм

Дата съемки \_\_\_\_\_ Масштаб \_\_\_\_\_

Время дня съемки \_\_\_\_\_ Коэффициент масштаба  $n =$  \_\_\_\_\_

Коэффициент относительной длины тени  $k =$  \_\_\_\_\_

$h = L * n * k =$  \_\_\_\_\_ м

*Определение диаметров крон,  $D_k$*

Масштаб \_\_\_\_\_

Направление измерений	Диаметры измеренных крон, мм	Количество измеренных крон	Сумма диаметров обмеренных крон, мм	Средний диаметр обмеренных крон, мм
С-Ю				
В-З				
Итого				

### **Сомкнутость полога, $P_s$**

а) путем сплошного обмера проекций крон:

б) методом точечной палетки:

в) измерением изображения проекций крон, выходящих на прямую линию:

### **Полнота**

Через уравнения зависимости:

Сосна  $P = 1,415P_s + 0,050$

Береза  $P = P_s + 0,21$

Дуб  $P = 0,89P_s + 0,16$

### **Количество деревьев, $N$**

Путем подсчета крон в пределах круговых площадок палеток. Повторность перечеа делается 3-5 раз.

### **Состав насаждения**

При помощи точечной палетки.

### **Возраст, $A$**

Определяется по таблице 10.

### **Средний диаметр древостоя, $D_{1,3}$**

По уравнениям зависимости:

Сосна  $D_{1,3} = 0,85H + 2,36D_k - 2,86$

Ель  $D_{1,3} = 0,68H + 1,25 D_k + 4,3$

Береза  $D_{1,3} = 0,65H + 3,04D_k - 5,4$

### **Класс бонитета**

По бонитировочной шкале М.М.Орлова (таблица 11).

### **Запас насаждения**

По стандартной таблице сумм площадей сечений и запасов древостоев при полноте 1,0 (таблица 12) с дальнейшим уточнением на относительную полноту исследуемого насаждения:

$h =$  \_\_\_\_\_ м

$P =$  \_\_\_\_\_

### **Фитомасса крон, $F$**

При помощи таблиц 13 и 14.

Работу выполнил « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Задания для выполнения контрольной работы  
для студентов заочного обучения**

**Вариант № 1**

1. Цели и задачи аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.
2. Краткая история развития аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.
3. Географический ландшафт, его основные морфологические единицы.
4. Дешифрирование нелесных и непокрытых лесом земель.

**Вариант № 2**

1. Дистанционные методы в лесном хозяйстве.
2. Сущность аэрофотосъемки.
3. Виды стереоэффекта, получение стереоэффекта.
4. Влияние различных факторов на достоверность дешифрирования.

**Вариант № 3**

1. Виды аэрофотосъемки.
2. Физиологический параллакс.
3. Дистанционные методы в лесном хозяйстве.
4. Способы получения стереоизображения.

**Вариант № 4**

1. Устройство аэрофотоаппарата.
2. Оптическая система аэрофотоаппарата.
3. Определение горизонтального масштаба планового аэрофотоснимка и времени дня аэрофотосъемки.
4. Основы стереоскопического зрения.

**Вариант № 5**

1. Светофильтры.
2. Виды аэрофотоаппаратов.
3. Расчет элементов плановой аэрофотосъемки.
4. Определение рабочей и полезной площади аэрофотоснимка.

**Вариант № 6**

1. Кадровые аэрофотоаппараты.
2. Щелевые аэрофотоаппараты.
3. Составление лесоустроительных планшетов по аэрофотоснимкам.
4. Качественная оценка материалов аэрофотосъемки.

**Вариант № 7**

1. Панорамные аэрофотоаппараты.
2. Специальные приборы для аэрофотосъемки.
3. Понятие о фототриангуляции.
4. Составление фотосхем и фотопланов.

**Вариант № 8**

1. Показатели, характеризующие фотосвойства пленки.

2. Виды пленок.
3. Общие сведения о геодезической основе.
4. Плановое рабочее геодезическое обоснование аэрофотоснимка.

#### **Вариант № 9**

1. Фотографические материалы.
2. Фотобумага.
3. Полевые лесоинвентаризационные работы.
4. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэрофотоснимков.

#### **Вариант № 10**

1. Фотодефекты.
2. Летно-съёмочный процесс.
3. Измерительное дешифрирование. Определение возраста и класса бонитета древостоя.
4. Использование аэрофотосъемки при таксации лесных массивов наземным методом.

#### **Вариант № 11**

1. Оптико-механические сканеры.
2. Телевизионные кадровые камеры.
3. Измерительное дешифрирование. Определение состава и запаса древостоя.
4. Измерительное дешифрирование. Определение полноты и класса товарности древостоя.

#### **Вариант № 13**

1. Инфракрасная тепловая съемка.
2. Радиолокационная съемка.
3. Измерительное дешифрирование. Определение среднего диаметра кроны.
4. Измерительное дешифрирование. Определение сомкнутости полога.

#### **Вариант № 14**

1. Микроволновая съемка.
2. Лазерная съемка.
3. Аналитическое дешифрирование бонитета, типа леса и полноты насаждений.
4. Измерительное дешифрирование. Определение высоты дерева.

#### **Вариант № 15**

1. Космическая съемка.
2. Классификация космических снимков.
3. Аналитическое дешифрирование состава насаждений.
4. Аналитическое дешифрирование возраста насаждений.

#### **Вариант № 16**

1. Оптические свойства природных объектов.
2. Оптические характеристики природных объектов.
3. Дешифрирование осинового насаждения.
4. Основы аналитического дешифрирования.

#### **Вариант № 17**

1. Спектральные отражательные свойства лесной растительности.

2. Метеоусловия съемки.
3. Дешифрирование дубовых насаждений.
4. Дешифрирование липовых, березовых насаждений.

#### **Вариант № 18**

1. Оптимальные сроки съемки.
2. Основы теории аэрофотоснимка.
3. Дешифрирование лиственных насаждений.
4. Дешифрирование кедровых насаждений.

#### **Вариант № 19**

1. Изобразительные свойства аэрофотоснимков.
2. Приборы, применяемые для дешифрирования.
3. Дешифрирование сосновых насаждений.
4. Дешифрирование еловых и пихтовых насаждений.

#### **Вариант № 20**

1. Сущность и виды дешифрирования.
2. Дешифрирование дорожной сети, дорожных сооружений.
3. Лесное дешифрирование.
4. Определение запаса фитомассы крон деревьев.

#### **Вариант № 21**

1. Электромагнитное излучение.
2. Зрительная система человека. Цветное зрение.
3. Содержание и сущность дешифрирования снимков.
4. Классификация космических снимков по масштабу, обзорности, разрешению.

#### **Вариант № 22**

1. Аэрокосмическая система исследования природных ресурсов Земли и мониторинг состояния окружающей среды.
2. Связь между спектральной яркостью объекта и тоном изображения на снимке.
3. Элементы ориентирования аэрофотоснимка.
4. Отражательная способность древесных пород.

#### **Вариант № 23**

1. Естественное излучение: солнечное излучение и его отражение объектами земной поверхности, собственное излучение Земли.
2. Методы дешифрирования аэрокосмических снимков: полевой, камеральный и комбинированный.
3. Трансформирование аэрофотоснимков.
4. Влияние различных факторов на достоверность дешифрирования.

#### **Вариант № 24**

1. Номенклатура трапеции международной разграфки.
2. Понятие о механизме образования фотографического изображения. Оптическая плотность.
3. Дешифрируемость снимков: сущность информационной оценки результатов дешифрирования.
4. Искажения снимков из-за наклона оси, кривизны поверхности Земли и релье-

фа местности.

## Приложение 11

### Вопросы к экзамену

1. Цели и задачи аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.
2. Краткая история развития аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.
3. Дистанционные методы в лесном хозяйстве.
4. Сущность аэрофотосъемки.
5. Виды аэрофотосъемки.
6. Виды технических средств аэрофотосъемки.
7. Устройство аэрофотоаппарата.
8. Оптическая система аэрофотоаппарата.
9. Светофильтры.
10. Виды аэрофотоаппаратов.
11. Кадровые аэрофотоаппараты.
12. Щелевые аэрофотоаппараты.
13. Панорамные аэрофотоаппараты.
14. Специальные приборы для аэрофотосъемки.
15. Показатели, характеризующие фотосвойства пленки.
16. Виды пленок.
17. Фотографические материалы.
18. Фотобумага.
19. Фотодефекты.
20. Летно-съёмочный процесс.
21. Оптико-механические сканеры.
22. Телевизионные кадровые камеры.
23. Инфракрасная тепловая съемка.
24. Радиолокационная съемка.
25. Микроволновая съемка.
26. Лазерная съемка.
27. Космическая съемка.
28. Классификация космических снимков.
29. Оптические свойства природных объектов.
30. Оптические характеристики природных объектов.
31. Спектральные отражательные свойства лесной растительности.
32. Метеоусловия съемки.
33. Оптимальные сроки съемки.
34. Основы теории аэрофотоснимка.
35. Изобразительные свойства аэрофотоснимков.
36. Приборы, применяемые для дешифрирования.
37. Сущность и виды дешифрирования.
38. Дешифрирование дорожной сети, дорожных сооружений.
39. Лесное дешифрирование.
40. Дешифрирование сосновых насаждений.
41. Дешифрирование еловых и пихтовых насаждений.
42. Дешифрирование лиственничных насаждений.
43. Дешифрирование кедровых насаждений.
44. Дешифрирование дубовых насаждений.
45. Дешифрирование липовых, березовых насаждений.
46. Дешифрирование осиновых насаждений.

47. Основы аналитического дешифрирования.
48. Аналитическое дешифрирование состава насаждений.
49. Аналитическое дешифрирование возраста насаждений.
50. Аналитическое дешифрирование бонитета, типа леса и полноты насаждений.
51. Измерительное дешифрирование. Определение высоты дерева.
52. Измерительное дешифрирование. Определение среднего диаметра кроны.
53. Измерительное дешифрирование. Определение сомкнутости полога.
54. Измерительное дешифрирование. Определение состава и запаса древостоя.
55. Измерительное дешифрирование. Определение полноты и класса товарности древостоя.
56. Измерительное дешифрирование. Определение возраста и класса бонитета древостоя.
57. Использование аэрофотосъемки при таксации лесных массивов наземным методом.
58. Полевые лесоинвентаризационные работы.
59. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэрофотоснимков.
60. Общие сведения о геодезической основе.
61. Плановое рабочее геодезическое обоснование аэрофотоснимка.
62. Понятие о фототриангуляции.
63. Составление фотосхем и фотопланов.
64. Составление лесоустроительных планшетов по аэрофотоснимкам.
65. Качественная оценка материалов аэрофотосъемки.
66. Расчет элементов плановой аэрофотосъемки.
67. Определение рабочей и полезной площади аэрофотоснимка.
68. Определение горизонтального масштаба планового аэрофотоснимка и времени дня аэрофотосъемки.
69. Основы стереоскопического зрения.
70. Физиологический параллакс.
71. Способы получения стереоизображения.
72. Виды стереозффекта, получение стереозффекта.
73. Влияние различных факторов на достоверность дешифрирования.
74. Географический ландшафт, его основные морфологические единицы.
75. Дешифрирование нелесных и непокрытых лесом земель.

	<b>Содержание</b>	<b>стр.</b>
<b>Введение</b>		03
Лабораторная работа №1		04
<b>Накидной монтаж</b>		
Лабораторная работа №2		08
<b>Оценка качества аэросъемки</b>		
Лабораторная работа №3		16
<b>Расчет элементов аэросъемки</b>		
Лабораторная работа №4		19
<b>Определение рабочей и полезной площади аэроснимка</b>		
Лабораторная работа №5		22
<b>Оценка качества аэросъемки</b>		
Лабораторная работа №6		24
<b>Получение стереоскопического эффекта</b>		
Лабораторная работа №7		27
<b>Дешифрирование нелесных и непокрытых лесом земель</b>		
Лабораторная работа №8		30
<b>Дешифрирование лесных насаждений по преобладающим породам</b>		
Лабораторная работа №9		34
<b>Определение основных таксационных показателей древостоем методом инструментально-измерительного дешифрирования</b>		
<b>Глоссарий</b>		49
<b>Литература</b>		51
<b>Содержание</b>		52
<b>Приложения</b>		53