



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЭКОЛОГИИ

КАФЕДРА ТАКСАЦИИ И ЭКОНОМИКИ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

**АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
ОСНОВЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ
АЭРОФОТОСНИМКОВ**

KAZAN STATE AGRICULTURAL UNIVERSITY



КАЗАНЬ – 2018

УДК 630* 587

Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Основы дешифрирования аэрофотоснимков. / Сост. С.Г. Глушко. – Казань: Казанский ГАУ, 2018. – 24 с.

Методические указания содержат материалы необходимые для обучения основам дешифрирования аэрофотоснимков используемых таксаторами в лесоустройстве. Указания необходимы для получения практических заданий в пределах учебной дисциплины «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве». Указания разработаны для обучения студентов специальности «35.03.01 Лесное дело», всех форм обучения.

Табл. 1 Библиогр. 11 назв.

Методические указания рекомендованы к публикации решением Методической комиссии факультета лесного хозяйства и экологии Казанского государственного аграрного университета, протокол № 8 от 14.03.2018 г.

Рецензенты:

Директор Казанского филиала ФГБУ Рослесинформ А.Я. Юсупов.

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Казанского государственного аграрного университета И.К. Сингатуллин.

© Глушко С.Г., 2018 г.

© Казанский государственный аграрный университет, 2018 г.

ВВЕДЕНИЕ

В лесном хозяйстве весьма широко и давно используются фотоснимки, получаемые путем фотографирования местности с самолетов. Такие изображения местности называются аэрофотоснимками или сокращенно - АФС. Процесс фотографирования поверхности земли с самолёта называется аэрофотосъёмкой или воздушным фотографированием.

Использование различного рода летательных аппаратов в целях организации и ведения лесного хозяйства было связано с широким развитием авиации в первой половине XX века. В первые два десятилетия XX века АФС в лесном хозяйстве использовались весьма слабо. Первая плановая аэрофотосъёмка в виде опыта в нашей стране стала применяться только в 1923 - 1925 годах. Первая изданная в СССР лесоустроительная инструкция 1926 г. впервые зафиксировала возможность использования АФС во время проведения лесоустроительных работ в лесном фонде.

В довоенный период для целей государственного картографирования при Главном управлении геодезии и картографии в СССР были созданы аэрогеодезические предприятия (АГП), а по линии землеустройства было создано аналогичное предприятие – «Сельхозаэросъёмка». С формированием «Главного управления лесоохраны и лесонасаждений» весьма широкое развитие получило устройство лесов по высшим разрядам с обязательным, принципиально новым использованием АФС. В «Инструкции для полевых лесоустроительных работ» (1937 год), а также во «Временных правилах для составления планов лесного хозяйства по лесоустроительным работам» (1938 год) взамен старой инструментальной съёмки лесных угодий, лесных культур, вырубок и т.п. стало применяться опознание границ таксационных выделов по аэрофотоснимкам.

Весьма широкое развитие аэрофотосъёмки в послевоенный период для целей лесной картографии было связано с образованием единого союзного

лесного органа – Министерства лесного хозяйства СССР (1947 год). «Инструкция по устройству и обследованию лесов государственного значения СССР» (1951 год) предписывала обязательное использование аэрофотоснимков, фотопланов, уточнённых фотосхем и топографических карт в качестве геодезической основы планшетов и иных планово – картографических материалов используемых в лесном хозяйстве. В послевоенный период аэрофотосъёмка лесов велась с активным использованием военной, в том числе трофейной техники и материалов.

Грамотное дешифрирование аэрофотоснимков крайне важно для качественного составления лесных планово-карографических материалов. Контурное дешифрирование АФС позволяет установить границы – контуры лесных выделов, качественно нанести на карты объекты лесной и нелесной инфраструктуры имеющие значение для целей ведения лесного хозяйства. В 1970–х годах впервые в практике отечественного лесоустройства Северо-Западным лесоустроительным предприятием было выполнено дешифрирование аэрофотоснимков средствами ЭВМ.

В ходе дистанционного обследования лесов наряду с контурным дешифрированием, применяется таксационное дешифрирование аэрокосмических снимков. Существует обособленный метод таксации леса, так называемая ~~стандартно-дешифровочная таксация~~, которая используется в отдалённых регионах нашей страны. Методы дешифрирования аэрокосмических снимков находят широкое применение в лесоустройстве, при проведении государственной инвентаризации лесов, при оценке эффективности выполнения лесохозяйственных мероприятий, в ходе различного рода обследования лесных массивов и отдельных объектов.

Усвоение основ дешифрирования аэрокосмических снимков является обязательным и традиционно используется в системе высшего и специального лесного образования, при подготовке современных бакалавров и магистров лесного дела.

1. ПОДГОТОВКА АЭРОФОТОСНИМКОВ (АФС) К ДЕШИФРИРОВАНИЮ

Порядок подготовки АФС включает в себя следующие операции:

1.1. Вычисление масштаба аэрофотоснимка АФС

Обычно численный масштаб аэросъемки это отношение длины какой-либо линии на АФС и длине соответствующей линии на местности.

Численный масштаб выражается в виде дроби, числитель которой = 1, а знаменатель представляет некоторое число. Например: численный масштаб 1/20000 показывает, что одному сантиметру на АФС соответствует на местности 20000 см. Для того, чтобы от численного масштаба перейти к линейному масштабу, нужно знаменатель численного масштаба разделить на 100. Пример: если численный масштаб 1/20000, то линейный масштаб будет $20000:100 = 200$ м в/см.

- Определение масштаба АФС по фокусному расстоянию аппарата и высоте фотографирования. Численный масштаб аэросъемки $1/n$ принято выражать через отношение фокусного расстояния (f) фотоаппарата к высоте фотографирования (h), что выражается формулой:

$$\frac{1}{n} = \frac{f}{h}$$

Пример: $f = 20$ см, $h = 3000$ м. Требуется определить масштаб аэросъемки.

$$\frac{1}{n} = \frac{f}{h} = \frac{20\text{cm}}{3000\text{m}} = \frac{20\text{cm}}{3000000\text{cm}} = \frac{1}{15000}$$

- Определение масштаба АФС путем измерения расстояний между одними и теми же точками на АФС и на местности проводится по формуле:

$$\frac{1}{n} = \frac{L_{AFC}}{LM}$$

Пример: Проводим измерение расстояния на местности (в метрах) между двумя ориентирами. Затем измеряем расстояние между теми же ориентирами на АФС с точностью до 0,01 см. Частное от деления второго измерения на первое будет указывать на численный масштаб АФС.

- Определение масштаба АФС путем измерения длины отрезков между одними и теми же точками на АФС и на карте или плане проводится по следующей формуле:

$$\frac{1}{n} = \frac{l}{m \cdot nk}$$

где:

l – указывает на расстояние между точками на АФС в см;

m – указывает на расстояние между точками на карте в см;

nk – знаменатель численного масштаба топокарты.

Масштаб обычно записывается на абрисе, на обратной стороне АФС.

1.2. Получение АФС и их отбор в пределах лесничества, лесхоза, таксаторского участка. Расшифровка показаний радиовысотомера.

1.3. Нанесение элементов ориентирования на АФС:

- наколка иглой главных точек стереопар АФС и их обвод цветной тушью (гуашью);
- нанесение начальных направлений стереопар с обозначением их штрихами 2 см. длины у краев АФС.

1.4. Вычисление базисов стереопар АФС. Производится путем измерения расстояний между главными точками двух смежных АФС. Запись полученных величин производится над штрихом начальных направлений в левой стороне правого аэрофотоснимка стереопары.

1.5. Вычисление параллактических коэффициентов.

Находим как частное от деления высоты фотографирования в метрах к базису стереопары в миллиметрах) с записью их под штрихом начального направления.

1.6. Разграничение рабочих площадей АФС.

Производим по средним линиям поперечных и продольных перекрытий с производством надписи номеров смежных АФС.

1.7. Распознавание и нанесение на АФС границ землепользований, квартальных просек, лесов разных категорий защитности, ОЗУ, рек, озёр, дорог, и других четко видимых ориентиров, надписи номеров кварталов.

2. КОНТУРНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ АФС И ФОРМИРОВАНИЕ ТАКСЦИОНАННЫХ ВЫДЕЛОВ

2.1. Занимаясь контурным дешифрированием таксатору необходимо обращать особое внимание на то, что таксационные выделы обособляются по хозяйственным признакам. Смежные выделы требующие одинаковых хозяйственных мероприятий и имеющие близкую таксационную характеристику, должны по возможности объединяться в один выдел.

2.2. В ходе проведения контурного дешифрирования АФС в пределах каждого квартала под стереоприборами определяются выделы, требующие:

- натурной таксации леса по ходовым линиям;
- актуализации данных предыдущего лесоустройства;
- аналитического дешифрирования аэрофотоснимков;
- измерительного дешифрирования аэрофотоснимков.

Устанавливается также потребность разрубки таксационных визиров.

2.3. Выполнение контурного дешифрирования АФС проводится в следующей последовательности:

- В первую очередь территория квартала разделяется на категории лесов, которые имеются в квартале. Поднимаются элементы рельефа (овраги, крутоскилоны, реки, ручьи и т.д.) т.е. такие детали рельефа, которые учитываются при выделении особо-защитных участков леса – «ОЗУ».
- Производится выделение «ОЗУ» с учетом преобладающих элементов рельефа, опушек, турбаз, домов отдыха, глухаринных токов, и т.д.
- По выкопировкам и данным материалов предыдущего лесоустройства наносятся лесные культуры ревизионного периода и старших возрастов, делянки для проведения подсочки по годам ввода и вывода.
- По данным отвода в рубку лесного предприятия на АФС наносятся различные лесосеки текущего пользования и последующих лет
- По мере необходимости формируются выделы спелых - приспевающих лесонасаждений последнего пятилетия по типу «выдел-лесосека». Размеры лесосеки должны соответствовать имеющимся нормативным документам.

2.4. После проведения вышеуказанной подготовительной работы проводится контурное дешифрирование леса по таксационным признакам.

- Без оптического увеличения выделяются нелесные земли, имеющие чёткие границы (озера, реки, болота, сенокосы, пастбища, огороды, пашни, усадьбы, ЛЭП), непокрытые лесом (гари, пустыри, прогалины, вырубки).
- С обязательным оптическим увеличением проводится контурное дешифрирование всех земель покрытых лесом. В начале проводится разделение лесонасаждений на лиственные и хвойные выделы, далее разделение на возрастные хозяйствственные группы лесов (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые) и в последующем следует проводить деление по различиям в иных таксационных показателях.

2.5. В процессе формирования таксационных выделов необходимо обязательное соблюдение следующих основных условий:

- По мере возможности следует стремиться к сохранению неизменными контуры всех таксационных выделов предыдущего лесоустройства.
- Объединять сходные по своим качественным параметрам таксационные выделы, требующие сопоставимых хоз-мероприятий.
- Контуры таксационных выделов проводить отрезками прямых линий.
- ОЗУ вдоль линейных объектов (рек, оврагов, ручьев, опушек и т.д.) следует выделять по возможности, в один выдел с обобщённым описанием.
- Установление ширины выделяемой полосы ОЗУ регламентируется действующими нормативными документами.
- Лесные культуры с возрастом старше 20 лет объединяются в один выдел, при условии, если они находятся в пределах одного десятилетия, а разница по другим таксационным показателям их меньше допусков.

2.6. Отграничные таксационные выделы нумеруются на АФС с СЗ на ЮВ цветной гуашью. Нумерация выделов на АФС, на лесных планово-картографических материалах и в таксационных описаниях носит название «литерация» лесных таксаторских участков. Границы выделов (лесных таксаторских участков), проектируемые к натурной таксации, ограничиваются и нумеруются на АФС гуашью иного цвета, чем выделы, таксационную характеристику которых планируется получить методами актуализации или аналитико-измерительного дешифрирования.

При проведении нумерации выделов следует по возможности сохранять старые номера выделов, оставшиеся от предыдущего лесоустройства. Пункты таксации отмечаются в качестве черновых записей на АФС, количество пунктов таксации устанавливается лесостроительной инструкцией в зависимости от размеров выдела и разряда лесоустройства. Полекамеральная работа с АФС выполняется аккуратно и без помарок.

3. ОСВОЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ АФС И ТРЕНИРОВКА ТАКСАТОРОВ - ДЕШИФРОВЩИКОВ

3.1. Исследование дешифровочных признаков разных категорий земель и таксационных характеристик лесонасаждений проводится в таксационных выделах, в которых выполнена выборочно-перечисленная или уточненная глазомерная (для молодняков) таксация леса. Стереоскопический анализ дешифровочных признаков проводится с использованием стереоприборов с увеличением не менее 3,5 - 4 кратным.

3.2. В целях дешифрирования лесонасаждений изучаются следующие признаки: цвет изображения, форма проекции крон или собственной тени, выпуклость кроны, размер проекции крон, форма промежутков, размер промежутков и просматриваемость в глубину. Для непокрытых лесом земель на АФС следует описать цвет, текстуру и структуру изображения.

Таксаторами-дешифровщиками используется специальная таблица признаков дешифрирования АФС масштаба 1:15000 (кодовая таблица).

3.3. Стереоскопический (объёмный) анализ признаков дешифрирования каждый таксатор производит на 10 выделах в каждой категории лесонасаждений, обычно в 5 выделах непокрытых лесом земель.

Результаты анализа признаков дешифрирования группируются по преобладающим породам, хозгруппам возраста, группам относительных полнот, категориям непокрытых лесом и нелесных земель и составляются сводные таблицы основных признаков дешифрирования.

3.4. В основные задачи тренировки таксаторов входит приобретение исполнителями необходимых навыков определения таксационных показателей по изученным признакам дешифрирования АФС и КС.

На начальном этапе тренировки усваивается процесс анализа признаков дешифрирования, с приобретением необходимых навыков распознания на АФС категорий земель и таксационных показателей насаждений.

На следующем этапе тренировки таксаторы выполняют контрольное дешифрирование 30-40 таксационных выделов, по результатам которого определяется возможность допуска таксаторов к полевой работе. Точность выявления таксационных показателей следует удерживать в пределах допусков, установленных действующих лесоустроительных инструкций.

4. АНАЛИТИКО – ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ТАКСАЦИОННОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ АФС

4.1. В ходе проведения работ по аналитико-измерительному дешифрированию используются копии планшетов, планы лесонасаждений, таксационные характеристики предыдущего лесоустройства, материалы хозяйственной деятельности, АФС предыдущего лесоустройства. Установленные предыдущим лесоустройством границы таксационных выделов, изменяются в случаях необходимости (объединения выделов по итогам хозяйственной деятельности или от стихийных воздействий).

В целях высококачественного дешифрирования АФС следует изучить лесоводственные свойства произрастающих лесонасаждений, особенности их породного состава и возрастной структуры; характер строения в зависимости от возрастной структуры и породного состава, полноты; взаимосвязи таксационных и дешифровочных показателей древостоев; особенностей рельефа местности, типов почвогрунтов, гидрологических условий; приуроченности насаждений к условиям произрастания и закономерных связей видового состава древостоев, классов бонитета и типов леса. Учитывается фенологическое состояние древостоев при съемке.

4.2. Определение породного состава древостоев

При определении состава применяется кодовая таблица признаков дешифрирования древесных пород. Используются следующие параметры:

- приуроченность насаждений к определённым формам рельефа;
- цветная раскраска и тон изображений;
- форма теней от объектов по краям АФС;
- сравнительная оценка фотоизображения дешифрируемого участка с фотоизображением типичных выделов (эталонных участков).

Наблюдая спектральные АФС отмечаем, что деревья хвойных пород (кедр, сосна, пихта, ель) изображаются сине-зеленоватым цветом, а породы лиственные (тополь, береза, липа, осина, клён, дуб) – жёлто-оранжевым цветом различной насыщенности. Необходимо знать все дешифровочные признаки лесообразующих пород и активно использовать в своей работе.

Определение породного состава древостоя проводится с применением палеток - кружковых или точечных. Под стереоскопами на АФС накладывают кружковую палетку такого диаметра, чтобы в её пределах разместилось не менее 30 видимых крон деревьев. Подсчитывают их по породам. В среднем проводят по три замера. Например, путем подсчета крон определили, что в среднем в кружке произрастает 240 деревьев сосны и 60 – березы. Высота сосны – 26 м, березы – 23 м, диаметр соответственно – 32 см и 24 см. Запас одного экземпляра сосны – $0,91 \text{ м}^3$, березы – $0,47 \text{ м}^3$. Отсюда, общий запас стволовой древесины будет равен:

$$0,91 \times 240 + 0,47 \times 60 = 246 \text{ м}^3,$$

а породный состав древостоя находим следующим образом:

$$\frac{218}{246} С \frac{28}{246} Б \text{ или } 88 С 12 Б = 9С1Б$$

Породный состав древостоев может быть определён палеткой из равномерно расположенных по углам квадратов точек. Накладывают

палетку на АФС, затем подсчитывают по породам деревья, на кроны которых попали точки. Соотношение числа деревьев по породам показывает состав древостоя.

4.3. Расчёт среднего возраста и возрастной структуры

Средний возраст по АФС определяется по его взаимосвязи с диаметрами крон, высотой древостоя, типом условий местопроизрастания и классом бонитета. Для выполнения расчёта следует усилить точность определения класса возраста и изученность естественно - исторических условий произрастания лесонасаждений в объекте текущего лесоустройства.

Например: возраст леса зависит от образования больших площадей горельников в отдельные годы, концентрированных рубок, ветровальников, массовых очагов повреждения лесонасаждений болезнями и вредителями.

При последующем лесоустройстве основной для определения возраста леса выступают таксационные описания предыдущего лесоустройства.

При увеличении возраста диаметр крон увеличивается и происходит весьма существенное изреживание древостоя. Определённому возрасту леса в зависимости от разрешающей способности и масштаба аэрофотосъёмки свойственна своя степень обособленности проекции крон.

На аэрофотоснимках масштабов 1:10000–1:15000 в древостоях средней и высокой полноты в молодняках 1 класса возраста проекции крон слитны.

Во 2 классе возраста кроны становятся хорошо различимы на АФС.

В 3 классе возраста проекции крон почти деревьев воспринимаются обособленно, заметны их форма и отмечается дифференциация размеров.

Древостоя 4 класса возраста на АФС чётко показывают обособленность отдельных деревьев, между которыми просматриваются промежутки.

Насаждения 5 класса возраста спелые и перестойные хвойно – лиственные сохраняют четкие очертания проекции крон, хорошо видна выпуклость крон. Далее, после 160 лет кроны теряют четкие очертания,

приобретают прозрачность, невидна разница между затененной и освещенной частями кроны, не выражается степень выпуклости крон.

Просматриваемость древесного полога в глубину насаждения резко возрастает с увеличением возраста. Средний возраст следует определять по его зависимости от среднего диаметра крон, измеряемый на АФС. Ниже, в таблице 1 приводится зависимость среднего возраста основных лесообразующих пород от диаметра крон деревьев данных пород.

Таблица 1
Определение среднего возраста деревьев (Aср)
в зависимости от диаметра крон

Основные древесные породы	Средний возраст древостоя (Aср, лет) при величине диаметра кроны, м									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
Сосна	1,5	2,2	2,9	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5
Дуб	1,1	2,1	3,0	3,9	4,7	5,4	6,1	6,9	7,7	8,3
Береза	1,0	1,8	3,0	3,9	4,7	5,4	6,3	7,0	7,5	8,2
Осина	1,4	2,4	3,5	4,4	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6

4.4. Расчёт средней высоты древостоя по аэрофотоснимкам

- При таксационно-аналитическом дешифрировании высота древостоев устанавливается глазомерно – стереоскопическим способом. Он основан на глазомерной оценке стереоскопических высот древостоев с учетом величин вертикального масштаба, который определяем по следующей формуле:

$$\frac{1}{mv} = \frac{R_o \cdot b_{cp}}{h \cdot b_g}$$

где:

R_o – расстояние наилучшего зрения для глаз человека (около 250 мм);

h – высота фотографирования с самолёта, мм;

b_{cp} – средний базис стереопары АФС, мм;

b_g – глазной базис (в среднем примерно равен 65 мм).

Например, для АФС масштаба 1:10000, полученных аэрофотоаппаратом с фокусным расстоянием 100 мм, высота полета (h) равна 1000 м, R_o -250 мм, $b_{ср.}$ = 75 мм, $b_г.$ = 65 мм, отсюда численный масштаб будет равен:

$$\frac{1}{mv} = \frac{250 \cdot 75}{1000000 \cdot 65} = \frac{1}{3611}$$

Вертикальный (глубинный) масштаб (mv) будет равен 3,6 м и 1 мм

Масштаб вертикальный аэрофотоснимка определяется в т.ч. и глазомерно. В ходе рассматривания изображения под стереоприбором к измеряемому дереву прикладывается полоска миллиметровой бумаги, конец которой загибают кверху, в дальнейшем по длине отогнутой части таксатор определяет стереоскопическую высоту дерева (h_c)

Средняя высота древостоя часто вычисляется по следующей формуле:

$$H_{ср} = \frac{hc \cdot mv}{e},$$

где:

$H_{ср}$ – средняя высота древостоя, м;

hc – стереоскопическая высота древостоя, мм;

e – увеличение оптической системы стереоприбора.

- В ходе измерительного дешифрирования аэрофотоснимка средняя высота древостоя определяется по разности продольных параллаксов на стереопаре аэрофотоснимков под стереоприборами с использованием параллаксомеров или параллактических пластин; расчёт по формуле:

$$H_{ср} = h/b \cdot \Delta\rho$$

где :

$\Delta\rho$ – разность продольных параллаксов, мм;

h – высота аэрофотосъемки, м;

b – базис стереопары АФС, мм.

В целях определения высоты отдельного дерева марки параллаксометра совмещают попеременно с вершиной кроны дерева и поверхностью земли.

Выявленная разница данных двух отсчетов указывает разность продольных параллаксов. Расчет выполняют в двух повторностях. Если разница измерений не превышает $\pm 0,05$ мм, вычисляется среднее значение.

Пример. Дано: $H = 3000$ м, $b = 120$ мм, $\Delta\rho = 1,2$ мм.

Подставляем исходные значения в следующую формулу:

$$h_d = 3000/120 \cdot 1,2 = 30 \text{ м}$$

Таксирия леса в горных условиях (с превышением более 10% высоты фотографирования) применяем следующую формулу:

$$h_d = \frac{H \cdot 2h_{\Delta} \cdot \Delta\rho}{b_{\Delta}}$$

где :

H – высота фотографирования над главной точкой правого АФС;

h_{Δ} – величина превышения между основанием измеряемого дерева

и плоскостью, проходящей через главную точку правого АФС;

b_{Δ} – базис левого АФС;

$\Delta\rho$ – разность продольных параллаксов вершины и основания дерева.

- При определении высоты отдельного дерева по длине падающей тени необходимо знать длину тени, широту местности, масштаб АФС, дату час- минуту проведения аэрофотосъемки. Длина тени определяется с помощью измерительной лупы, линейки, циркуля, от центра кроны до вершины тени.

Высота дерева определяется по формуле:

$$h_d = L \cdot km \cdot kt$$

где :

L – длина тени, мм;

km – коэффициент масштаба;

kt – коэффициент относительной тени.

Например, коэффициент масштаба (n) при масштабе АФС 1: 5000 равен 0,5; при $M 1: 10000 = 1,0$; а при $M 1: 15000 = 1,5$; при $M 1: 17000 = 1,7$ и т.д.

Пример: географическая широта местности 56° , время съемки 10 часов, дата – 20 июля, масштаб 1:10000, длина тени $L = 2,5$ мм.

Применяя вышеперечисленные придержки, и используя коэффициент масштаба, производим вычисление высоты отдельного дерева:

$$h_d = 2,5 \cdot 1 \cdot 12,19 = 30,5 \text{ м}$$

4.5. Расчёт среднего диаметра древостоя

Диаметр древостоя может быть определён с помощью закономерных взаимосвязей его со средней высотой. Средняя высота, в свою очередь определяется по разности продольных параллаксов. В случаях, когда высоту древостоя невозможно определить измерением разности продольных параллаксов. Используется взаимозависимость среднего диаметра со средним диаметром крон. Эти зависимости часто даны в виде справочных таблиц, графиков, номограмм, уравнений регрессии.

Размер кроны отдельного дерева следует измерять при помощи параллаксометров. При этом измерительную марку вначале помещают на одну сторону кроны, а потом на другую. По разности измерений, с учетом масштаба аэрофотоснимка, вычисляются размеры кроны дерева.

Использование палеток для определения диаметра кроны вполне обычно и удобно в использовании. В целях получения достоверных данных следует измерять примерно 8-10 крон у деревьев расположенных как можно ближе к центральной части аэрофотоснимка (в пределах рабочей площади АФС) и далее следует вычислить среднеарифметическое значение диаметра крон.

Например. Допустим, что средний диаметр обмеренных крон всех деревьев равен 0,3 мм. Масштаб АФС равен 1: 15000. Следовательно, средний диаметр крон получаем следующим вычислением $0,3 \times 15 = 4,5$ м.

4.6. Относительная полнота древостоя

Относительная полнота древостоя довольно часто определяется в полекамеральных условиях глазомерно – стереоскопически на основе оценки стереомодели древесного полога при его сравнении с изображением характерных выделов фототеки, а также по сомкнутости полога с использованием уравнений взаимосвязи сомкнутости полога с полнотой.

Сомкнутость древесного полога рассчитывается с использованием точечных и линейных палеток накладкой их на АФС и в ходе подсчета количества деревьев с измерением протяженности крои. Повсеместно применяются точечные палетки. Такая палетка накладывается на древостой. С помощью лупы подсчитывается количество точек, попавших на кроны деревьев. В дальнейшем вычисляется частное от деления точек, попавших на кроны деревьев. Полученный результат принято считать показателем сомкнутости полога древостоя.

Например. Число точек палетки, попавших на кроны деревьев, составляет 28 штук. Количество точек на палетке 40 штук. Следовательно:

$$P_s = 28/40 = 0,7$$

Ещё один известный способ определения сомкнутости полога – линейный. В центральной части аэрофотоснимка накладывается измерительная лупа и подсчитывается общая длина отрезков, занятая кронами растущих деревьев. Полученная сумма всех отрезков делится на общую протяженность линии. Частное от деления и будет указывать на сомкнутость полога измеряемого древостоя.

4.7. Классы бонитета и типы лесов

дешифрируется одновременно, поскольку эти показатели тесно взаимосвязаны между собой. Исходя из разнообразия породного состава древостоя, оцениваются почвенно-гидрологические условия. Бонитет устанавливается по прямым признакам

– среднему возрасту и высоте, размерам и форме крон, тону - цвету и плотности изображения проекций крон. К косвенным признакам относятся условия произрастания строение полога. Обычно используются широко известная бонитировочная шкала для древостоев семенного и порослевого происхождения разработанная проф. М.М. Орловым.

Определение типа леса по АФС связано с установлением месторасположения участков лесного фонда, оценкой условий местообитания и лесорастительных условий. Ряд важнейших признаков характеризующих условия местообитания лесов могут быть установлены по различного рода косвенным признакам.

4.8. Запас древостоев устанавливается после дешифрования таксационных показателей: состава, средней высоты, относительной полноты по стандартным таблицам или таблицам хода, номограммам, или по формуле:

$$M = H^2 \times P_c$$

где :

H – средняя высота исследуемого древостоя;

P_c – сомкнутость полога, определенная на аэрофотоснимке.

Определение запаса древостоев относится к числу важнейших лесотаксационных показателей. Для уточнения запаса по АФС разработаны и, начиная с 1970-х годов широко применяются специализированные компьютерные программы электронного дешифрирования оцифрованных аэрофотоснимков (АФС) и космических фотоснимков (КС).

4.9. Класс товарности древостоев находим с учетом состава, возраста, типа лесорастительных условий. Леса с разрушенными древостоями хорошо заметны на АФС, что позволяет отслеживать неблагоприятные воздействия на леса и оценивать размер ущерба лесным ресурсам.

5. ОСОБЕННОСТИ ДЕШИФРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ - КС

Космические снимки (КС) для лесного хозяйства применяются в ходе государственной инвентаризации леса, при охране лесов от пожаров; для выявления и картографирования площади лесонасаждений, поврежденных различными стихийными бедствиями; для контроля за освоением лесосырьевых баз и соблюдения правил рубок леса; для контроля за состоянием защитных лесов, а также при решении разных задач, ориентированных на комплексное изучение природных ресурсов.

В системе отечественного лесоустройства в последние годы наблюдается процесс постепенного замещения АФС на КС. Технология дешифрования КС имеет свои специфические особенности.

Начало дешифрирования связано с географической привязкой. Наиболее часто в этих целях используется имеющаяся гидрографическая сеть. Подготовка космических снимков к дешифрованию включает ограничение рабочих площадей, нанесение меридiana Ю-С и розы ветров, расчёт масштаба по трем линиям, параллельным начальному направлению.

Масштаб космического снимка устанавливается отношением длины отрезков, измеренных между аналогичными точками на топографической карте и на КС по следующей формуле:

$$\frac{1}{mc} = \frac{l_c}{l_k} \cdot \frac{1}{mk}$$

где:

l_c – величина отрезка, измеренного на КС, мм;

l_k – величина соответствующего отрезка, измеренного на топокарте, мм;

$1/m$ – масштаб используемой топографической карты.

Устанавливаются дешифровочные признаки обычно по основным лесообразующим породам, по хозяйственным группам возраста, по группам относительных полнот, по различным категориям лесных земель.

На многозональных, спектrozональных снимках лиственные насаждения дешифруются по жёлто-оранжевому цвету с различными оттенками, сосновые – по серо-зелёному, еловые – по сине-зелёному, луговая растительность – по жёлто-красным цветам изображения.

Места свежих лесных гарей отличаются по темному тону и расчлененному характеру границ выгоревших участков. Участки леса, пройденные низовым пожаром, имеют округленные формы с зигзагообразной кромкой. Участки лесных гарей после верховых палов имеют заметно вытянутую по направлению ветра эллипсовидную форму.

Участки сплошных рубок на АФС часто распознаются по прямолинейно - четким границам лесосек. Свежие вырубки обычно имеют окраску пурпурного цвета, места с лиственным возобновлением – желтовато-зелёный, с наличием хвойного подроста – с оттенками сине-зелёного цвета.

В современных условиях процесс дешифрирования АФС и КС автоматизируется, разрабатывается и совершенствуется программное обеспечение позволяющее дешифрировать снимки на ЭВМ. Использование компьютерных программ для дешифрирования оцифрованных АФС отмечается в лесном хозяйстве с середины 1970-х годов. Что даёт возможность распознавать по ним как покрытую лесом площадь, участки леса с однородными характеристиками, категории лесных земель, так и определять различные таксационные показатели насаждений, такие как запас, полнота, средние диаметр, высоту и возраст, проводить качественно не только контурное, но и таксационное дешифрирование АФС и КС.

В целом современные спектrozональные КС высокого разрешения превосходят по качеству старые АФС активно использовавшиеся в лесоустройстве в период с 1970-х по 1990-е годы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дешифрирование АФС и КС является важнейшей частью работы современного лесного таксатора. Аэрофотоснимки активно используются в лесоустройстве, применяются при лесопатологическом обследовании, при организации мониторинга лесов и во многих иных случаях.

Общее представление и владение навыками дешифрирования АФС и КС - необходимый элемент обучения бакалавров лесного дела. Полученные знания о способах дешифрирования АФС и КС, дешифровочных признаках используемых при таксации леса в полевых условиях, будут способствовать эффективному усвоению студентами учебной дисциплины «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве». Наглядное представление о дешифрировании АФС - КС, и соответствующие навыки потребуются для выполнения практических заданий по дистанционной оценке лесов.

ВОПРОСЫ СТУДЕНТУ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. История использования АФС в лесном деле.
2. Использование АФС и КС в лесоустройстве.
4. Подготовка АФС и КС к дешифрированию.
5. Контурное дешифрирование АФС и КС.
6. Порядок изучения признаков дешифрирования при тренировке.
7. Метод таксационного аналитико-измерительного дешифрирования.
8. Особенности дешифрирования КС в сравнении с АФС.
9. Значение качественного дешифрирования АФС в лесном хозяйстве.
10. Законодательно-нормативная документация по дешифрированию.
11. Научная и учебная литература по дешифрированию АФС и КС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аковецкий В.Н. Дешифрирование снимков. М. «Наука». 1983. - 374 с.
2. Боровиков Н.З. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. - Нижний Новгород. ПЛУП. 1998. - 51 с.
3. Боровиков Н.З. Практическое пособие для taxаторов – дешифровщиков. Нижний Новгород. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. – 56 с.
4. Герасимов Ю.Ю. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве/Ю.Ю. Герасимов, В.К. Хлюстов, С.А. Кильпеляйнен, Н.З. Боровиков, А.П. Соколов. Петрозаводск, ПГУ. 2002. - 245 с.
5. Глушко С.Г. Мониторинг лесных насаждений. Учебное пособие. / С.Г. Глушко, Ш.Ш. Шайхразиев, И.Р. Галиуллин. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – 96 с.
6. Кокутин С.Н. Применение космических снимков при изучении развития эрозии в природных ландшафтах Предкамья/ С.Н. Кокутин, А.Т. Сабиров, И.Р. Галиуллин, В.Л. Онегов // Вестник Казанского ГАУ -№ 1 (7). – 2008. – С. 132-137.
7. Лесной кодекс Российской Федерации. Принят Государственной Думой 08.11.2006 г.
8. Лесотаксационный справочник / Казанский ГАУ; Сост. С.Г. Глушко, Ш.Х. Исмагилов. Казань, 2006. – 193 с.
9. Лесоустройство Лесное картирование / Казанский ГАУ; Сост. С.Г. Глушко – Казань, 2011. – 43 с.
10. Сабиров А.Т. Экологическая оценка эрозионных ландшафтов с использованием космических снимков / А.Т. Сабиров, С.Н. Кокутин, И.Р. Галиуллин, Е.Р. Колесникова // Вестник Казанского ГАУ.- №1. – 2007. – С. 74-79.
11. Техническая подготовка taxаторов – дешифровщиков. С.Пб. СЗЛП. 1995. - 75 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Подготовка аэрофотоснимков (АФС) к дешифрированию	5
2. Контурное дешифрирование АФС и формирование таксационных выделов	7
3. Освоение признаков дешифрирования АФС и тренировка таксаторов - дешифровщиков	10
4. Аналитико-измерительное таксационное дешифрирование АФС ...	11
5. Особенности дешифрирования космических снимков – КС	20
Заключение	22
Вопросы студенту для самоконтроля	22
Список литературы	23
Содержание	24

Казанский государственный аграрный университет

420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65

Лицензия на издательскую деятельность код 221 ИД № 06342 от 28.11.2001г.