

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ульяновский государственный университет»  
(УлГУ)

Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет  
Кафедра Лесного хозяйства

**МИТРОФАНОВА Н.А.**

## **АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ ДЕЛЕ**

**Методические указания  
для лабораторных занятий бакалавров  
направления подготовки 35.03.01 Лесное дело**



**УЛЬЯНОВСК 2016**

*Печатается по решению Ученого Совета ИМЭиФК  
Ульяновского государственного университета*

**Рецензент:** К.т.н., доцент кафедры ММТС УлГУ Евсеев А.Н.

**Составитель:** к.б.н., доцент Митрофанова Н.А.

А 99

**Аэрокосмические методы в лесном деле** : учебно-методические разработки для лабораторно-практических занятий для студентов направления подготовки бакалавров 35.03.01 «Лесное дело» / УлГУ: Ульяновск, 2016. – 28с.

В издании помещены материалы для освоения дисциплины «Аэрокосмические методы в лесном деле». Приведен сборник описаний лабораторных работ, вопросы для повторения каждой темы.

© Митрофанова Н.А. , 2016  
© УлГУ, 2016

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

С 30-х годов XX столетия аэрофотосъемка все шире применяется в лесном хозяйстве лесоустройстве. В настоящее время лесоустроительные работы без фотоаэроснимков практически не проводятся. На базе аэро– и космических снимков разработаны новые методы лесоинвентаризации, в том числе метод, рационально сочетающий наземную таксацию с камеральным дешифрированием аэрофотоснимков, а также выборочно–статистический метод лесоинвентаризации на базе космических снимков. Применение аэро– и космических снимков особенно перспективно и необходимо при инвентаризации лесов в отдаленных и трудно доступных районах. Однако, и в освоенных районах использование аэроснимков крупных и средних масштабов повышает точность установления границ лесных выделов, а, следовательно, и точность таксации древесных запасов. Чтобы эффективность использования аэро– и космических снимков была высокой, бакалавры лесного хозяйства должны иметь навыки опознавания по снимкам различных наземных образований, а также определять таксационные характеристики лесопокрытых площадей. Эти и некоторые другие предпосылки приняты за основу при разработке программы данного курса. В процессе изучения данной дисциплины необходимо изучить: летательные аппараты, их типы и виды, особенности применения; особенности фотограмметрической обработки снимков, аналитическое и инструментальное дешифрирование, использование методов аэрокосмической съемки и аэрофотосъемки в оценке земель и растительности, использование компьютерной техники, ГИС технологии.

Программой курса предусмотрено чтение лекций, проведение лабораторно-практических работ. Курс завершает зачет.

### **Цели преподавания дисциплины.**

- приобретение четкого представления о современных аэрокосмических средствах и методах, применяемых в лесном хозяйстве;
- усвоение новых знаний и умений по применению существующих технических средств и методов при решении производственных и научных задач;

**Задачи дисциплины.** В результате изучения курса студенты должны:

- приобрести знания о требованиях к техническим средствам аэрокосмических съемок и условиях аэровизуального наблюдения лесов, о геометрических, изобразительных и информационных свойствах материалов аэрокосмических съемок и требованиях к их качеству,
- уяснить основы применения аэрокосмических методов в охране лесов от пожаров, лесопатологических обследованиях и борьбе с вредителями и болезнями лесов, при осуществлении лесохозяйственной деятельности;
- уметь работать с техническими и программными средствами инструментально-визуального и автоматизированного дешифрирования материалов аэрокосмических съемок с использованием геоинформационных технологий.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП:

Данная дисциплина относится к модулю «Модуль государственное управление лесами, контроль и надзор, лесное ресурсоведение». Базовая часть (Б1.Б.22.5). Для успешного усвоения данной дисциплины студенты должны знать или повторить следующие базовые предметы: геодезия, ГИС в лесном деле.

## 3 Требования к уровню освоения дисциплины

Дисциплина «Аэрокосмические методы в лесном деле» направлена на формирование у студентов следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-10	Способность выполнять в полевых условиях измерения, описание границ и привязку на местности объектов лесного и лесопаркового хозяйства, используя геодезические и навигационные приборы и инструменты
ПК-2	Способность к участию в разработке проектов мероприятий и объектов лесного и лесопаркового хозяйства с учетом заданных технологических и экономических параметров с использованием новых информационных технологий
ПК-10	Умение применять современные методы исследования лесных и урбо-экосистем.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- геометрические, изобразительные и информационные свойства материалов космических съемок и требования к их качеству;
- особенности применения материалов аэрокосмических съемок в лесохозяйственной практике;
- дешифровочные признаки насаждений;
- об основных направлениях применения аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и перспективах их развития.

### **Уметь:**

- работать с современным геодезическим оборудованием;
- работать с техническими и программными средствами инструментально-визуального и автоматизированного дешифрирования материалов аэрокосмических съемок;
- работы со стереоскопическими приборами и оборудованием.

### **Владеть:**

- картографическим методом в лесоводственно - экологических исследованиях;
- навыками дешифрирования лесных насаждений ;
- современные методами исследования лесных и урбо- экосистем и поиска научной информации.

## 4 Содержание лабораторно-практических занятий

### Тема 1,2 Введение в дисциплину. Атмосферно-оптические условия аэрокосмических съемок (активный семинар)

Обсуждаемые вопросы:

1. Что такое Аэрофотосъемка?
2. Перечислите комплекс работ, входящих в АФС: (5 пунктов)
3. Опишите, какие события происходили в периоды развития аэрофотосъемки:

Начальный период \_\_\_\_\_

1920-е годы \_\_\_\_\_

1930-е годы \_\_\_\_\_

1940-е годы \_\_\_\_\_

1950-е годы \_\_\_\_\_

1960-е годы \_\_\_\_\_

1970-е годы \_\_\_\_\_

1980-е годы \_\_\_\_\_

4. Какие различают виды АФС по методу обработки снимков?
5. Дайте определения горизонтальной, плановой, перспективной АФС.
6. Что такое дымка первого и второго рода?
7. Дайте определения терминам:

Альbedo \_\_\_\_\_

Освещенность земной поверхности \_\_\_\_\_

Дымка \_\_\_\_\_

Радуга \_\_\_\_\_

8. Какие характеристики природных объектов измеряют следующие приборы:

Альбедометр \_\_\_\_\_

Актинометр \_\_\_\_\_

Гелиограф \_\_\_\_\_

Психрометр \_\_\_\_\_

9. Перечислите основные метеорологические условия и сроки проведения съемок.

### Вопросы для повторения по темам:

1. Назовите основные понятия и определения изучаемой дисциплины.
2. Анализ современного состояния аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.
3. История аэрометодов в России перспективы их развития.

4. Роль аэрометодов в осуществлении практической деятельности специалистами лесного хозяйства.
5. Состав и строение атмосферы.
6. Оптические свойства природных объектов и воздушной среды.
7. Шкала электромагнитного спектра и окна прозрачности атмосферы.
8. Спектральные диапазоны, применяемые для съемки земной поверхности, виды возможных съемок.
9. Оптические характеристики природных объектов.
10. Спектральные отражательные свойства лесной растительности.
11. Влияние состояния атмосферы на условия съемок насаждений с аэрокосмических носителей и качество изображений.
12. Оптимальные сроки съемки.

### **Тема 3. Технические средства аэрокосмических съемок**

#### **Лабораторно-практическая работа 1: Накладной монтаж и оценка качества аэроснимков.**

##### **Задачи работы:**

1. Знакомство с накладным монтажом.
2. Знакомство с оценкой качества аэроснимков.
3. Знакомство с видами аэрофотоснимков.

##### **Оборудование:**

1. Плакаты, накладные монтажи, аэрофотоснимки и космические снимки.
2. Специальные стенды, таксационные инструменты и приборы, измерительные клины, шкалы сомкнутости, палетки.
3. Общая тетрадь.
4. Карандаш и ручка.

##### **Пояснения к работе.**

Накладной монтаж необходим для оценивания качества лётно-съёмочного процесса: точность покрытия аэрофотосъёмкой заданной площади, соблюдения перекрытия и масштаба фотографирования, прямолинейности маршрутов, выравнивание плёнки, резкости изображения, работы АФА. Изготовление накладного монтажа производится на планшетах, соответствующих размеру снимаемого участка.

При продольном перекрытии до 60% монтируются все снимки, при перекрытии 80% - монтаж производится через один снимок, а при перекрытии 90% - через три аэроснимка. Крайние снимки маршрутов

монтируются обязательно, независимо от величины перекрытия. Аэроснимки монтируются так, чтобы были видны их номера.

Накидной монтаж начинают выполнять с первого (северного) маршрута участка, причём снимки раскладываются по маршрутам с севера на юг. Монтаж начинают с крайнего первого снимка маршрута, к нему подсоединяют соседний левый снимок путём тщательного совмещения идентичных контуров. Подобным образом присоединяются все снимки маршрута до крайнего левого. К первому маршруту подсоединяется следующий маршрут. При этом должны быть совмещены идентичные контура, как в продольном перекрытии, так и в поперечном.

При монтаже обращается внимание на следующее:

- изображение контуров, расположенных около начальных направлений, должны строго совмещаться;
- монтаж аэрофотоснимков горных районов должен тщательно выполняться по границам участка и рамкам сдаточных трапеций, что достигается распределением смещения за счёт рельефа в центральной части участка;
- рамки трапеций должны быть прямолинейными;
- линейные контуры при монтаже горных районов (реки, дороги, долины, складки рельефа) должны изображаться без нарушения основной конфигурации.

Схема накидного монтажа представлена на рисунке 1.



Рис.1.Схема накидного монтажа

### **Технология работы:**

1. Получить 4-8 аэрофотоснимков. Скомпоновать на их основе накидной монтаж.
2. Оценить качество аэрофотоснимков по предлагаемому перечню показателей, приведенному в соответствующей форме (в том числе продольные и поперечные перекрытия аэрофотоснимков, полезная площадь аэрофотосъемки и т. д.).
3. Получить черно-белое, цветные и спектрзональные аэрофотоснимки, познакомиться с ними, описать отличительные признаки.

## Лабораторно-практическая работа 2. Расчет элементов плановой маршрутной аэрофотосъемки

Исходные данные:

$A$  и  $C$  – длина и ширина снимаемой территории

$l \times l$  – формат снимка

$d_x$   $d_y$  - продольное и поперечное перекрытие снимков в маршруте

$V$  – скорость полета самолета

$\delta$  - допустимый линейный смаз изображения

$f_k$  – фокусное расстояние

$m$  – масштаб снимка

Для расчета всех параметров необходимо получить плановое задание (номер варианта) и в соответствии с ним выбрать исходные значения из таблиц 1-4

### Содержание работы:

Одним из важнейших процессов в подготовительных работах является расчет элементов аэрофотосъемки. Расчет элементов аэрофотосъемки проводится в лабораторных условиях на земле по следующим параметрам:

$H$  – высота полета (м)

$B$  – базис фотографирования (м)

$N$  – число маршрутов (шт)

$n$  - число аэрофотоснимков в одном маршруте (шт)

$n_x$  – общее число аэрофотоснимков за съемку (шт)

$t$  – максимальная выдержка (сек)

$T$  – интервал между экспозициями

### Все расчеты проводятся по следующим формулам

$$1. H = f_k * m,$$

где  $H$  - высота полета (м),  $f_k$  – фокусное расстояние (мм),  $m$  – масштаб снимка

$$2. B = l \frac{(100 - d_x)}{100} m$$

где  $B$  – базис фотографирования (м);  $l$  – длина стороны снимка (см);  $d_x$  – продольное перекрытие снимков в маршруте (в %)

$$3. D = l \frac{(100 - d_y)}{100} m$$

где  $D$  – расстояние между маршрутами (м);  $l$  – длина стороны снимка (см);  $d_y$

поперечное перекрытие снимков в маршруте (в %);

$$4. N = \frac{C}{D}$$

где  $N$  – число маршрутов (шт);  $C$  – ширина участка (км);  $D$  – расстояние между маршрутами (м);

$$5. n = \frac{A}{B}$$

$n$  – число аэрофотоснимков в одном маршруте (шт);  $A$  – длина маршрута (км);  $B$  – базис фотографирования (м)

$$6. n_x = N * n$$

$n_x$  – общее число аэрофотоснимков за съемку (шт);  $N$  – число маршрутов (шт);  $n$  – число аэрофотоснимков в одном маршруте (шт);

$$7. t = \frac{\delta}{V}$$

где  $t$  – максимальная выдержка;  $\delta$  – допустимый линейный смаз изображения;  $V$  – путевая скорость самолета (м/сек)

$$8. T = \frac{B}{V}$$

Где  $T$  – интервал между экспозициями;  $B$  – базис фотографирования (м);  $V$  – путевая скорость самолета (м/сек)

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ.

Выбрать исходные данные из таблиц 1-4

**Таблица 1. Размер площади, подлежащей съемке (длина (А) × ширина (С) , км)**

№ варианта	А×С						
1.	30×40	2.	14×12	3.	34×39	4.	40×42
5.	31×21	6.	30×30	7.	46×42	8.	40×45
9.	10×14	10.	55×15	11.	42×40	12.	75×15
13.	25×25	14.	35×25	15.	35×35	16.	12×40
17.	66×10	18.	36×33	19.	46×75	20.	40×40
21.	20×25	22.	23×37	23.	42×46	24.	33×36

**Таблица 2. Формат снимков (см × см) и их продольное  $d_x$  и поперечное  $d_y$  перекрытия (в %)**

№ вари		№ вари		№ вари-		№ вари	
--------	--	--------	--	---------	--	--------	--

анта		анта		анта		анта	
1.	18×18	2.	18×18	3.	30×30	4.	30×30
	60:40		60:35		65:30		58:40
5.	30×30	6.	18×18	7.	18×18	8.	30×30
	61:40		62:40		63:40		64:40
9.	30×30	10.	18×18	11.	18×18	12.	30×30
	60:27		60;28		60:30		60:31
13.	18×18	14.	18×18	15.	18×18	16.	30×30
	60:39		60:40		61:28		62:27
17.	30×30	18.	30×30	19.	30×30	20.	18×18
	58:22		65:27		58:23		58:24
21.	30×30	22.	18×18	23.	30×30	24.	30×30
	59:23		58:33		59:30		59:37

**Таблица 3. Масштаб съемки (m) и фокусное расстояние  $f_k$  (мм)**

№ вари- анта	m / $f_k$						
1.	10000	2.	30000	3.	10000	4.	20000
	100		100		100		100
5.	10000	6.	30000	7.	10000	8.	10000
	200		200		200		100
9.	15000	10.	25000	11.	15000	12.	10000
	100		100		100		200
13.	10000	14.	25000	15.	25000	16.	15000
	500		200		200		100
17.	15000	18.	25000	19.	25000	20.	15000
	200		200		100		200
21.	20000	22.	20000	23.	10000	24.	30000
	100		100		100		100

**Таблица 4. Скорость самолета (V - км/час) и допустимый линейный смаз изображения ( $\delta$ )**

№ варианта	V/ $\delta$						
1.	120/0,05	2.	130/0,05	3.	160/0,05	4.	185/0,1
5.	125/0,05	6.	135/0,05	7.	200/0,1	8.	195/0,05
9.	165/0,1	10.	175/0,1	11.	180/0,1	12.	160/0,05
13.	180/0,05	14.	195/0,1	15.	175/0,1	16.	200/0,05
17.	195/0,05	18.	190/0,1	19.	140/0,05	20.	195/0,1
21.	120/0,1	22.	125/0,1	23.	145/0,05	24.	180/0,05

Выполнить расчеты по формулам. По окончании расчета элементов плановой аэрофотосъемки заполнить бланк-задание на летно-съёмочный процесс в виде таблицы 5.

Высота полета	Базис фотографирования	Расстояние между маршрутами	Количество маршрутов	Число аэрофотоснимков в маршруте	Максимальная выдержка	Интервал между экспозициями

**Вопросы для повторения по теме**

1. Для чего осуществляется накидной монтаж аэрофотоснимков?
2. В каком порядке осуществляется накидной монтаж аэрофотоснимков?
3. В виде какого материала (документа) закрепляется накидной монтаж?
4. Перечислите критерии качества отдельного аэрофотоснимка?
5. Перечислите критерии качества аэрофотосъемки заданной площади в целом?

## Лабораторно-практическая работа 3: Определение масштаба аэроснимков различными методами

### Задачи работы:

1. Знакомство с определением масштаба аэрофотоснимка непосредственным измерением длин отрезков на местности и аэрофотоснимке.
2. Знакомство с определением масштаба аэрофотоснимка по известному размеру предмета.
3. Знакомство с определением масштаба аэрофотоснимка по карте.

### Оборудование:

1. Плакаты, накидные монтажи, аэрофотоснимки и космические снимки.
2. Специальные стенды, таксационные инструменты и приборы, измерительные клины, шкалы сомкнутости, палетки.
3. Общая тетрадь.
4. Карандаш и ручка.

### Технология работы:

1. Необходимо измерить на местности по прямой линии расстояние между двумя местными предметами, которые четко опознаются на аэроснимке (перекрестки дорог, мосты на дороге, перекрестки улиц в населенном пункте, просеки в лесу и т. п.). Измерив расстояние между этими же предметами на аэроснимке и разделив его на измеренную длину линии на местности, получим масштаб аэрофотоснимка.
2. На аэроснимке находим объект, длина которого нам известна. Масштаб аэрофотоснимка будет равен отношению длины моста на снимке к указанному на карте.
3. Измеряем длину линии на аэрофотоснимке и на карте между двумя одинаковыми точками. Зная масштаб карты, определяем расстояние между этими точками на местности. Находим масштаб аэрофотоснимка как соотношение длины линии на аэрофотоснимке (в сантиметрах) и длины линии на местности (в сантиметрах).
4. Масштаб АФС может быть найден как отношение фокусного расстояния аэрофотоаппарата к высоте полета.
5. Решить задачи:
  1. Определить масштаб аэрофотосъемки, если  $f_k = 70\text{мм}$ , а высота фотографирования 4000м.
  2. Определить высоту фотографирования, если масштаб аэрофотоснимков 1:17000, а  $f_k = 200\text{мм}$ .

3. Аэрофотоаппаратом при  $f_k = 100\text{мм}$  получены аэрофотоснимки масштаба 1:35000. Какой получится масштаб аэроснимков при съемке с той же высоты аэрофотоаппаратом при  $f_k = 200\text{мм}$ .
4. С каких высот надо производить аэросъемку, чтобы получить масштаб аэроснимков 1:48000 при  $f_k = 70\text{мм}$  и  $f_k = 100\text{мм}$ .

### **Вопросы для повторения по теме:**

1. Что такое главный масштаб аэрофотоснимка?
2. Как изменяется масштаб аэрофотоснимка по его площади?
3. Как определить главный масштаб аэрофотоснимка по высоте съемки и фокусному расстоянию?
4. Как определить масштаб аэрофотоснимка непосредственным измерением длин отрезков на местности и аэрофотоснимке.
5. Как определить масштаб аэрофотоснимка по известному размеру предмета.
6. Как определить масштаб аэрофотоснимка по карте.

## **Тема 4. Геометрические свойства аэрокосмических снимков**

**Лабораторно-практическая работа 3.** Измерение параметров деревьев и сомкнутости полого простейшими приборами: измерительный клин, шкала сомкнутости, палетка и т.д.

### **Задачи работы:**

1. Знакомство с измерительным клином, шкалой сомкнутости, палеткой.
2. Измерение параметров деревьев и сомкнутости полого данными приборами.

### **Оборудование:**

1. Плакаты, аэрофотоснимки, космические снимки.
2. Измерительный клин, шкалы сомкнутости, палетки.
3. Общая тетрадь.
4. Карандаш, ручка, линейка.
5. Калька.

### **Технология работы:**

1. Используя палетку отграничить участок на аэрофотоснимке
2. Измерить диаметры крон нескольких отдельно стоящих деревьев с помощью

измерительного клина.

3. Определить густоту древостоя путем измерения расстояний между деревьями.
4. Определить сомкнутость полога с помощью шкалы сомкнутости и палетки.

### **Вопросы для повторения по теме:**

1. Как определяется густота леса?
2. Как с помощью палетки определить сомкнутость полога?
3. Принцип определения сомкнутости полога с помощью шкалы сомкнутости?  
Понятие о проекциях.
4. Элементы центральной проекции аэрофотоснимка.
5. Системы координат. Связь координат соответственных точек местности и аэрофотоснимка.
6. Элементы ориентирования снимка.
7. Масштабы снимков.
8. Искажение направлений на аэрофотоснимке.
9. Физические источники ошибок построения изображений объективами аэрофотоаппаратов.
10. Искажение изображений на космическом снимке.

## **Тема 5. Морфология полога древостоев (семинар)**

### **Вопросы по теме:**

1. Полог древостоев и его показатели - форма, размер, сомкнутость, густота.
2. Классификация и отличительные признаки на аэроснимках форм крон деревьев.
3. Основы методики изучения морфологической структуры древостоев.
4. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями модели, характеризующие эти взаимосвязи.
5. Способы определения сомкнутости полога насаждений.
6. Дешифровочные признаки насаждений различного породного состава.
7. Дешифровочные признаки не покрытых лесом и нелесных земель.

## **Тема 6. Дешифрирование аэрокосмических снимков**

## Лабораторно-практическая работа 4: Топографическое дешифрирование аэроснимков.

### Задачи работы:

1. Знакомство с общими признаками топографического дешифрирования аэроснимков.
2. Знакомство с дешифрированием нелесных и не покрытых лесом площадей: болот, вырубок, гарей, дорог, гидросетей и т.д.
3. Составить географическое описание аэрофотоснимка.

### Оборудование

1. Плакаты, аэрофотоснимки, космические снимки.
2. Общая тетрадь.
3. Карандаш, ручка.
4. Калька.

**1 часть. Дешифрирование нелесных и не покрытых лесом площадей: болот, вырубок, гарей, дорог, гидросетей и т.д.**

Цель задания: научиться дешифрировать на снимках нелесные и не покрытые лесом площади

### Содержание работы

Дешифрирование снимков выполняется по прямым и косвенным дешифровочным признакам. Дешифрованные признаки это характеристика объекта в натуре - форма, размер, цвет, структура или рисунок, тени.

Форма - это основной дешифровочный признак, по которому устанавливается наличие объекта. Визуальное наблюдение дешифровщика в первую очередь выделяет именно очертание предметов, их форму.

Размер изображения - менее определенный чем форма, дешифровочный признак. Размер изображения зависит от масштаба снимка, и определить величину объекта можно пользуясь масштабом по формуле:

$$L = l * m$$

где L - размер объекта, l - длина (ширина) изображения известного объекта на снимке, мм.

Тон и цвет изображения - это отражательная способность и внешнее строение поверхности предмета. Чем интенсивнее отражается свет от поверхности предмета, тем светлее получается его изображение на снимке, и чем глаже поверхность, тем светлее она получается на снимке, например - пашня темнее чем дорога проходящая по ней.

Тон и цвет изображения приведен в таблице 1

Таблица 1. Характеристика объектов по тону и цвету изображения

Объекты	Тип аэрофотоснимков			
	черно-белые, панхроматические	Цветные «натуральные»	цветные спектрональные	
			на цветной фотобумаге	на спектрональной фотобумаге
Моховые тундры	Светло-серый	Серо-зеленый	Зеленый	Пурпурный
Лишайниковые тундры	Белый	Белый	Светло-зеленый	Светло-пурпурный
Кустарниковые тундры	Серый, темно-серый	Зеленый	Зеленовато-коричневый	Зеленовато-голубой
Полигональные и бугристые поверхности	Серый с разными оттенками (заболоченные)	Зеленовато-серый	Темно-зеленый	Вишневый
Сфагновые болота	Серый	Светлый, желтовато-зеленый	Желто-зеленый	Светло-кофейный
Гипновые болота	Темно-серый	Темно-зеленый	Зеленый	Голубовато-серый
Травяные болота	Светло-серый	Зеленый	Светло-зеленый	Розоватосерый
Лиственные леса угнетенные	Серый	Зеленый	Красновато-коричневый	Сине-зеленый
Хвойные леса угнетенные	Серый	Зеленый	Зеленый	Серовато-розовый
Сосновые леса	Светло-серый	Темно-зеленый	Зеленый	Темно-пурпурный
Еловые леса	Серый	Зеленый	Темно-зеленый	Коричневато-пурпурный

Объекты	Тип аэрофотоснимков			
	черно-белые, панхроматиче- ские	Цветные «на- туральные»	цветные спектрональные	
			на цветной фо- тобумаге	на спектро- зональной фото- бумаге
Лиственные леса	Светло-серый	Светло-зеленый	Светло-зеле- ный (с оттенк.)	Зеленовато- пурпурный
Дубовые леса	Серый	Зеленый	Желтовато- бурый	Зеленовато- голу- бой (с мало отли- чающимися оттен- ками)
Березовые леса	Светло-серый	Зеленый	Зеленовато- желтый	
Осиновые леса	Светло-серый	Светло-зеленый	Светло-красный	
Лиственные кустарники	Серый	Зеленый	Желтовато- коричневый	Зеленовато синий
Хвойные стланики Заросли саксаула	Серый Темно серый (точки)	Зеленый Темно-зеленый	Зеленый Зеленовато коричневый	Пурпурный Темный сине- зе- леный
Полукустарники пус- тынные	Темно серый	Зеленовато-се- рый, зеленый (солянки)	Коричневый	Светло-синий
Травяной покров сте- пей и сухих лугов	Светло серый	Серо-зеленый	Желтовато-зе- леный, салат- ный (на сено- косах)	Кофейный (с от- тенками)
Травяной покров мок- рых лугов	Серы и темно серый	Зеленый, тем- нозеленый	Темно-оранже- вый, желто- ва- то-бурый	Темно-пурпур- ный, бурый
Заросли ка мыша Поля с различными техническими культу- рами	Темно серый	Серо-зеленый	Коричнево красный	Зеленовато синий
	От почти бело- го до почти черного	Зеленый (с от- тенками)	Зеленый (раз- личной насы- щенности), красно-желтый	Голубой, кир- пичный, виш- невый, пурпурный

Объекты	Тип аэрофотоснимков			
	черно-белые, панхроматиче- ские	Цветные «на- туральные»	цветные спектрональные	
			на цветной фо- тобумаге	на спектро- нальной фото- бумаге
Фруктовые сады	Серый	Зеленый	Светло-коричневый	Темно-голубой
Закрепленные пески	Серый	Серовато-желтый, красновато-серый	Светло-зеленый	Светло-пурпурный
Песчаные и галечниковые отмели и пляжи	Серый (с оттенками)	Светло-желтый, светлосерый	Голубой	Светло-кирпичный, светло-пурпурный
Такыры глинистые	От светлосерого до почти черного	Темно-серый, серовато-коричневый	Зеленый (со слабыми оттенками)	Пурпурный (со слабыми оттенками)
Солончаки	От белого до темносерого	Белый, серый, темно-серый	Зеленый (со слабыми оттенками)	Пурпурный (со слабыми оттенками)
Обнаженные скалы, россыпи, каменистые монолитные поверхности	Серый (с различными оттенками)	Серый, палевый, розовый, коричневый и др.	Зеленый	Пурпурный
Ледники	Белый, почти белый	Белый	Светло-зеленый	Светло-пурпурный
Вода в озерах и реках	От белого до черного	Темно-серый, кофейный (разной насыщенности)	Сине-зеленый, черный	Светло-коричневый, пурпурный
Постройки разной окраски	Серый (с различными оттенками)	Светло-красный, зеленый, светлосерый	Зеленый, белый	Светло-коричневый, белый
Дороги с покрытиями	Серый	Светло-серый	Голубовато-зеленый	Пурпурный

Структура или рисунок - это сложный признак объединяющий все

другие признаки однородных и разнородных деталей изображения местности на снимке. Так для изображения лесов типично зернистая структура, морозобойных полигонов и такыров - сетчатая, микрорельеф - полосчатая. Все это разнообразие приведено в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика структуры объектов местности изображенных на аэрофотоснимках

<b>Вид структуры</b>	<b>Характеристика объекта</b>	<b>Происхождение</b>
Однородная	Низинные травянистые болота без микрорельефа, Участки глинистых пустынь, равнины степной зоны	Образованна однородной формой микрорельефа
Зернистая	Присуще ландшафтам лесной зоны	Образована различной растительностью
Квадратная	Отмечается у не которых типов лесных болот таежной зоны	Образована сочетанием леса, разделенных светлыми полосами сфагновыми болотами
Полосчатая	Характерна для изображения песчаных пустынь	Образована однородной структурой поверхности в сочетании с другими ее типами
Древовидная (полосы различной длины, ширины направлены как бы	Характеристика для тундровых и горно-тундровых районов всегда связана с участками многолетней мерзлоты. Оттаявший слой вечной мерзлоты сползающий по узким и не глубоким	Образуется за счет таяния слоя вечной мерзлоты.
Струйчатая	Характерна для горнотаежных районов и обусловлена мерзлотно-солифлюкционными явлениями	Образуется за счет таяния и сползания грунта и развития растительности
Полигональная (узкие полосы разделяют большие пятна)	Встречаются в понижениях речных долин, озерных впадин, а также в тундровых районах	Образуются формы микрорельефа при морозобойных трещинах
Бородавчатая и пятнистая	Скопление холмов высотой до Юм, моховая и лишайниковая растительность. Распространена в тундровых районах и пустынной зоне в карстовых районах лесной зоны.	Образование бугристыми микрорельефами с понижениями в виде поверхности покрытых мхом и травой

Вид структуры	Характеристика объекта	Происхождение
Перистая	Структура характерна для районов с засушливым климатом в глинистых предгорьях пустынных гор	Образована за счет густой сети элементарных форм рельефа и слабо развитой растительности
Клиновидная (линейные полосы с тупой формой конуса)	Встречается на снимках песчаных пустынь почти полностью лишенных растительности	Образована за счет системы мелких барханов и других форм не закрепленных песком
Мозаичная (сочетание различных площадок)	Характеризуется беспорядочным сочетанием различного тона, различных размеров и форм. Встречается в различных зонах России	Образование различной растительности, мозаичностью почвенного покрова и различной влажностью
Бордюрная (линейные полосы различной ширины и длины)	Характеризуется участками с отсутствием растительности ютящейся бордюрами по расщелинам и трещинам	Образование при выпучивании грубообломочного материала в рыхлых фунтах

Тени - различают собственную и падающую. Собственной тенью называют тень покрывающей неосвещенную солнцем часть поверхности объекта. Она подчеркивает объемность и характер поверхности предмета (формы крыши здания, извилистость хребта, округлость или изломанность объектов и т.п.). Падающие тени отбрасываются объектами местности на подстилающую поверхность и передают их форму.

По перечисленным и другим дешифровочным признакам студенту необходимо провести дешифрирование выданных преподавателем аэрофотоснимков.

**Дешифрирование населенных пунктов.** Населенные пункты дешифрируются по четкому и правильному расположению зданий, объектов и характерной формой: вертикальностью стен. Несложно выделение по снимкам плотно застроенных кварталов и их частей.

**Дешифрирование дорог.** Дешифрирование железных дорог - хорошо заметна полоса отчуждения и земляное полотно. В центральной части полосы отчуждения всегда заметно железнодорожное полотно - светлые линии с четкими краями. Почти всегда характеризуется прямолинейностью. Электрифицированные ж.д. распознаются по опорам контактной сети и по электрическим подстанциям, расположенным через 20-30 км. Железные дороги отличаются от шоссе отсутствием крутых поворотов.

Автострада - это магистрали имеющие прочное покрытие из асфальта

или цементобетона шириной от 14 до 23 м. Надежным дешифровочным признаком является наличие съездов, эстакад, разделительная полоса по центру дороги.

Грунтовые дороги - это не профилированная дорога. Выделяются в виде тонких белых линий, различной толщины, как правило извилистые имеют крутые повороты, большое количество объездов.

**Дешифрирование гидрографии.** Дешифрирование гидрографии, как правило, происходит по достаточно четким очертаниям береговой линии, а фотоизображение водной поверхности обычно хорошо отличается от окружающих участков суши. Светлый тон на снимках имеют мутная и вспененная вода. Чем глубже водоем, тем он темнее на снимке. Направление течения реки определяют по заливам и островам. Залив вдаётся в берег в сторону, обратную течению. Заостренная часть острова направлена вниз по течению реки.

**Дешифрирование растительности.** При дешифрировании растительности следует выделять древесную, кустарниковую и травянистую растительность. Изображение древостоев имеет ярко выраженный фоторисунок, позволяющий выделить их на снимках от непокрытых лесом площадей. При дешифрировании, прежде всего видна неправильная зернистость, создаваемая чередованием округлых пятнышек - проекций крон деревьев и различных по очертаниям промежутков между ними. Изображение сплошных зарослей кустарников характеризуется мелкозернистостью, иногда несколько смазанной, с небольшими по сравнению с деревьями, тенями обычно округлой формы. Характерной чертой травянистой и полукустарниковой растительности является ее фототон представленный светло-серым, ровным.

**Дешифрирование сельскохозяйственных угодий.** Пашни дешифрируются ярко выраженным искусственным происхождением, имеют резко выраженные границы правильной формы и следы обработки почвы - борозды. При съемке во время уборки урожая на снимках хорошо видны светлые полосы валков и пятнышки копен.

Сады - на снимках выражены закономерными и сравнительно разреженным размещением проекций крон и теней деревьев, как правило, расположенных рядами образующими своеобразные «клетки».

### **Порядок выполнения работы**

1. Получить фотографическое изображение территории. Дешифрировать ситуацию в соответствии с условными знаками.
2. Условные знаки вычертить тушью.

## **2 часть. Составление географического описания аэрофотоснимка**

**Цель задания:** изучить особенности изображения ландшафта на аэрофотоснимке. Выполнить его привязку и путем сопоставления снимков с топографическими картами научиться составлять описание (аннотацию) центрального аэрофотоснимка по картографическим источникам.

**Порядок выполнения работы:**

1. По фоторепродукции опознать территорию.
2. Опознать на топографической карте границы снимка.
3. Определить средний масштаб снимка путем сопоставления расстояний на снимке и топокарте.
4. Произвести последовательное сопоставление изображения на снимке с тематическими картами близких масштабов. Выявить компоненты природы, определяющие особенности фотоизображения.
5. На основании проведенного сопоставления, использования данных о съемке составить описание (аннотацию) центрального аэрофотоснимка, включающее:

1. краткие сведения о съемке;
2. характеристику природных особенностей территории (географическое положение, рельеф, геологическое строение, воды, почвы, растительность, ландшафты, хозяйственное освоение);
3. степень дешифрируемости различных компонентов природы и объектов хозяйственной деятельности.

**Пояснения к работе:**

Работа с аэрофотоснимками начинается с их привязки, т.е. опознавания территории, изобразившейся на снимке, определения и нанесения на карту ее границ, а также определения масштаба снимка.

При визуальном дешифрировании привязку осуществляют путем непосредственного отождествления изображения на аэрофотоснимке и на карте. После осуществления привязки и определения границ территории определяют масштаб аэрофотоснимка по формуле:

$I/m = (l_k / l_{cn}) \cdot tk$ , где  $I/m$  – масштаб снимка,  $l_k$ ,  $l_{cn}$  – длина отрезков на карте и снимке,  $tk$  – знаменатель численного масштаба карты.

Физико-географическое описание аэрофотоснимка выполняется по картам. Оно призвано заменить в камеральных условиях полевое изучение компонентов, слагающих природные территориальные комплексы разных порядков, различных по генезису и строению.

По топографической карте следует определить:

- 1) местоположение изучаемого района
- 2) общий характер рельефа (горный, высокогорный, низкогорный, эрозионный, однообразный, разнообразный и т.п.) (таблица 1);
- 3) главная река
- 4) притоки главной реки (правые, левые, их количество)
- 5) малые эрозионные формы (овраги, балки), их ширина, длина, форма, закономерности распространения;
- 6) озера, болота (местоположение, размеры, закономерности распространения);
- 7) характер растительности (тип, закономерности распространения).

### **Вопросы для повторения по теме:**

1. Как на аэрофотоснимке выглядят крупные и средние реки с развитой речной долиной?
2. Как на аэрофотоснимках выглядят мелкие реки и ручьи?
3. Каковы основные дешифровочные признаки болот и сильно заболоченных лесов?
4. Каковы характерные дешифровочные признаки вырубок?
5. Как на аэрофотоснимках выглядят дороги, сельские населенные пункты?
6. Как отличаются по структуре фотоизображения площади, занятые лесом и нелесные площади?
7. Как отличаются лесные и нелесные площади на цветных и черно-белых аэрофотоснимках?
8. Как отличаются по интенсивности фототона лесные и не покрытые лесом площади?
9. Каковы цели топографического дешифрирования?

### **Лабораторно-практическая работа 5: Дешифрирование насаждений с преобладанием березы, осины, сосны, ели**

#### **Задачи работы:**

1. Знакомство с формой кроны, с отброшенными тенями, с тоном и цветом кроны березы.
2. Знакомство с формой кроны, с отброшенными тенями, с тоном и цветом кроны осины
3. Знакомство с формой кроны, с отброшенными тенями, с тоном и цветом кроны сосны
4. Знакомство с формой кроны, с отброшенными тенями, с тоном и цветом кроны ели

## **Оборудование**

1. Плакаты, аэрофотоснимки, космические снимки.
2. Общая тетрадь.
3. Карандаш и ручка.

## **Технология работы:**

1. Используя полученные знания о тоне (цвете), форме кроны, форме тени березы выделить на аэрофотоснимке насаждения с преобладанием березы.
2. Используя полученные знания о тоне (цвете), форме кроны, форме тени осины выделить на аэрофотоснимке насаждения с преобладанием осины.
3. Используя полученные знания о тоне (цвете), форме кроны, форме тени сосны выделить на аэрофотоснимке насаждения с преобладанием сосны.
4. Используя полученные знания о тоне (цвете), форме кроны, форме тени ели выделить на аэрофотоснимке насаждения с преобладанием ели.

## **Вопросы по теме:**

1. Каковы основные признаки дешифрирования **березовых** древостоев?
2. Какова форма кроны березы в плане?
3. Как выглядят отброшенные тени березы?
4. Каковы отличия березовых древостоев от других древостоев?  
Каковы основные признаки дешифрирования **осиновых** древостоев?
5. Какова форма кроны осины в плане?
6. Как выглядят отброшенные тени осины?
7. Каковы отличия осиновых насаждений от других?
8. Каковы основные признаки дешифрирования **сосновых** древостоев?
9. Какова форма кроны сосны в плане?
10. Каковы признаки отброшенных теней сосны?
11. Признаки отличия сосновых древостоев от других древостоев?  
Каковы основные признаки дешифрирования **еловых** древостоев?
12. Какова форма кроны ели в плане?
13. Признаки отброшенных теней ели.
14. Каковы отличия еловых древостоев от лиственных и сосновых?

## **Тема 7. Космические системы дистанционного зондирования лесов**

### **Лабораторно-практическая работа 6: Программные продукты для обработки материалов ДЗЗ**

Задание. Рассмотреть современные программные продукты для обработки

материалов дистанционного зондирования (ERDAS IMAGINE 8.2, ER Mapper 6.0, ENVI 4.2, PHOTOMOD).

### **Вопросы по теме:**

1. Место дистанционного зондирования в системе наук.
2. Структура дистанционного зондирования, его взаимосвязи с фотограмметрией, картографией, геоинформатикой и ландшафтоведением.
3. Обзор рынка космических данных дистанционного зондирования Земли. Системы дистанционного зондирования Земли со свободно распространяемыми данными: METEOSAT, GOES, GMS, MODIS.
4. Снимки высокого пространственного разрешения с коммерческих систем дистанционного зондирования Земли.
5. Снимки сверхвысокого пространственного разрешения с коммерческих систем дистанционного зондирования Земли.
6. Российские космические системы дистанционного зондирования Земли.
7. Практическая применимость данных дистанционного зондирования Земли.
8. Интернет-ресурсы данных дистанционного зондирования.

## **Тема 8. Аэрокосмический мониторинг лесов**

### **Лабораторно-практическая работа 7: Аэрокосмический мониторинг лесов**

#### **Задачи работы:**

1. Знакомство с общими признаками топографического дешифрирования аэроснимков территории пройденной пожарами, поврежденной насекомыми – вредителями и болезнями леса

#### **Оборудование**

1. Плакаты, аэрофотоснимки, космические снимки, видеофильмы.
2. Общая тетрадь.
3. Карандаш и ручка.

#### **Технология работы:**

1. Используя полученные знания о тоне (цвете), выделить на аэрофотоснимке насаждения пройденной пожарами, поврежденной насекомыми – вредителями и болезнями леса.
2. Используя полученные знания о тоне (цвете), выделить на аэрофотоснимке изменения в насаждениях, вызванных антропогенной деятельностью, стихийными бедствиями и др.

### **Вопросы для повторения по теме:**

1. Предназначение аэрокосмического мониторинга лесов.
2. Ландшафтно- экономическое районирование, изучение и картографирование лесного фонда.
3. Охрана лесов от пожаров.
4. Защита от насекомых вредителей, стихийных бедствий, промышленных выбросов.
5. Учет текущих изменений в лесном фонде, вызванных антропогенной деятельностью, лесными пожарами, другими стихийными бедствиями.

### **Список рекомендуемой литературы:**

#### **а) основная литература**

1. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. -392с
2. Попов С.Ю. Геоинформационные системы и пространственный анализ данных в науках о лесе [Электронный ресурс]/ Попов С.Ю.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Интермедия, 2013.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30206>

#### **б) дополнительная литература**

3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных ДЗЗ: учебное пособие / О.С. Токарева. – Томск, 2010. – 148с.
4. Шалькевич, Ф. Е. Методы аэрокосмических исследований : курс лекций / Ф. Е. Шалькевич. — Мн. : БГУ, 2005. — 161 с.
5. Вуколова, И. А. ГИС-технологии в лесном хозяйстве [Текст] : учеб. пособие / И. А. Вуколова ; Федеральное агентство лесн. хоз-ва, Всерос. ин-т повышения квалификации руководящих работников и спец. лесн. хоз-ва. - Пушкино : ГОУ ВИПКЛХ, 2008. - 79 с.
6. Лабутина И.А. Дешифрирование космических снимков: учеб.пособие для студентов вузов / И.А. Лабутина – М., 2004. – 184с.
7. Севко О.А. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве.–Мн.: БГТУ, 2005.–170 с
8. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие / Лабутина И.А., Балдина Е.А.; Всемирный фонд дикой природы (WWF России). Проект ПРО-

ОН/ГЭФ/МКИ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона» – М., 2011. – 88 с.

9. Изображения Земли из космоса: примеры использования природоохранными организациями: Научно-популярное издание – М.: ООО Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС», 2005.— 40 с..

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

10. <http://194.226.30.40/scripts/info/index.pl?p=2> Гипертекстовый энциклопедический словарь по информатике
11. <http://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
12. <http://e.lanbook.com/> - ЭБС издательского центра «Лань» «Лесное хозяйство и лесоинженерное дело»
13. <http://geocnt.geonet.ru/ru/geodraw> - сайт Центра геоинформационных исследований. GeoDraw.
14. <http://gisa.ru/> - Сайт ГИС-Ассоциации
15. <http://lib.ulsu.ru/> - Научная библиотека Ульяновского государственного университета
16. <http://sci-lib.com/> - Большая научная библиотека.
17. <http://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека
18. <http://www.forest.ru/> - сайт российских неправительственных организаций, посвященный российским лесам.
19. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно - библиотечная система IPRbooks
20. <http://www.lecinfo.ru/> - информационный ресурс «Лесное хозяйство».
21. <http://www.rsl.ru/> - официальный сайт Российской государственной библиотеки.
22. ГОСТ 7.0.5-2008. «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» (действует с 1 января 2009 г.).  
<http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511>

