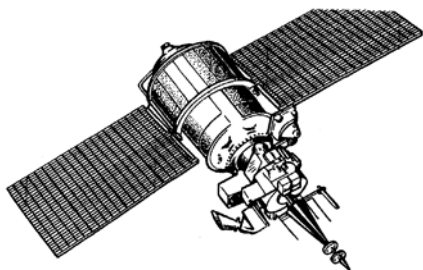


**В.И. Сухих**



**АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ  
ХОЗЯЙСТВЕ И ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Учебник**

*Допущено УМО по образованию в области лесного дела  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальностям «Лесное хозяйство»  
и «Садово-парковое и ландшафтное строительство»  
направления «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство»*

Йошкар-Ола  
МарГТУ  
2005

**Рецензенты:**

кафедра лесоустройства и охраны леса Московского государственного университета леса;

заведующий лабораторией лесоустройства и многоцелевого лесопользования ФГУ ВНИИЛМ, доктор сельскохозяйственных наук

**В.С. Чернявский**

**Сухих В.И.**

Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.

ISBN 5–8158–0457–6

Дано описание технических средств и методов проведения аэрокосмических съемок и природных условий, в которых они выполняются. Рассмотрены геометрические свойства материалов аэрокосмических съемок, теоретические и методические основы визуального, измерительного и автоматизированного методов их дешифрирования. Описано использование аэрокосмических методов при инвентаризации лесов; составлении лесных карт; устройстве рекреационных лесов (лесопарков); охране лесов от пожаров, защите их от вредителей и болезней; проведении различных видов обследования лесов и оценке происходящих в них изменений; выполнении некоторых видов лесохозяйственных работ в лесу.

Для студентов лесохозяйственных и лесоинженерных факультетов, преподавателей вузов и техникумов, научных работников, лесоустроителей, работников лесного хозяйства, экологов.

**Предисловие**

Дисциплина «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве» - составная часть федерального компонента программы подготовки инженеров по специальностям «Лесное хозяйство», «Садово-парковое и ландшафтное строительство» и «Природопользование», знание её необходимо будущим специалистам. Время ее преподавания при различных формах обучения неодинаково, однако основное содержание курса, изложенное в данном учебнике,

подлежит изучению студентами как очного, так и заочного обучения.

Данное издание разработано на основе учебников «Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве» (Г.Г. Самойлович, 1964), «Лесная авиация и аэрофотосъемка» (И.Д. Дмитриев, Е.С. Мурахтанов, В.И. Сухих, 1989), рукописного учебного пособия «Аэрокосмические средства и методы исследования лесных ресурсов на базе ГИС технологий» (В.И. Сухих, В.М. Жирин, А.В. Шаталов, 1999) и его электронной версии (2000), подготовленной при участии С.И. Чумаченко, учебников «Фотограмметрия» (А.И. Обиралов, А.Н. Лимонов, Л.А. Гаврилов, 2002), «Аэрокосмические методы географических исследований» (Л.Е. Смирнов, 1975), «Охрана лесов» (Е.А. Щетинский, 2001), учебных пособий «Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений» (В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин, 2001), «Теория и практика цифровой обработки изображений» (И.К. Лурье, А.Г. Косиков, 2003) и другой литературы, приведенной в библиографическом списке.

При составлении учебника учитывалось, что определенный объем знаний, необходимый студентам для усвоения данной дисциплины, получен ими в процессе изучения в предшествующий период лесоводства, лесной таксации, лесоустройства, геодезии, физики, математики, начертательной геометрии, геоинформатики, метеорологии и других дисциплин, преподаваемых студентам лесохозяйственных факультетов в вузах страны. Некоторые вопросы (методы составления планово-картографических материалов, применение аэрокосмических методов при агро- и гидролесомелиорации, лесозащите, в лесоводстве, лесокультурном деле и некоторые другие) в учебнике изложены в сжатом виде, так как они должны более подробно освещаться при чтении курсов лекций по профильным дисциплинам с использованием проводимого в данном учебнике материала.

Учебник подготовлен доктором сельскохозяйственных наук, профессором В.И. Сухих. Глава 10 написана кандидатом сельскохозяйственных наук А.В. Шаталовым. В подготовке отдельных разделов пособия и части рисунков принимал участие доктор сельскохозяйственных наук В.М. Жирин.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ</b>	4
<b>ГЛАВА 2. АТМОСФЕРНО-ОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК</b>	8
2.1. Состав и строение атмосферы	8
2.2. Оптические свойства атмосферы	10
2.3. Оптические характеристики природных образований	14
2.4. Спектральные отражательные свойства лесной растительности и методы их изучения	18
2.5. Метеорологические условия съемки	24
2.6. Оптимальные сроки проведения аэрокосмических съемок	29
<b>ГЛАВА 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК</b>	34
3.1. Летательные аппараты, используемые для проведения аэрокосмических съемок	34
3.1.1. Самолеты и вертолеты	34
3.1.2. Космические летательные аппараты	36
3.2. Технические средства дистанционных съемок	43
3.2.1. Фотографические средства аэрокосмических съемок	43
3.2.1.1. Аэрофотоаппараты, применяемые при аэро- и космических съемках	43
3.2.1.2. Фотографические материалы	54
3.2.1.3. Летно-съёмочный процесс аэрофотосъемки	63
3.2.2. Нефотографические съёмочные системы	67
3.2.2.1. Сканирующие оптико-электронные системы	67
3.2.2.2. Телевизионные системы	74
3.2.2.3. Лазерные съемки	78
3.2.2.4. Микроволновая съемка	80
3.2.2.5. Радиолокационные съёмочные системы	81
3.2.2.6. Обобщенная характеристика съёмочной аппаратуры, установленной на современных искусственных спутниках Земли	86
<b>ГЛАВА 4. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ</b>	96
4.1. Понятие о проекции изображения	96
4.2. Элементы центральной проекции аэрофотоснимка	99
4.3. Масштабы снимка	104
4.4. Искажения изображений на аэрофотоснимках	106
4.5. Искажения изображений на космическом снимке.	113
<b>ГЛАВА 5. ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ</b>	116
5.1. Ландшафты и их структура	116
5.2. Изобразительные свойства аэрокосмических снимков	119
5.3. Информационные свойства снимков	133
5.4. Фотометрический анализ изображений	137
5.5. Преобразование информации	140
<b>ГЛАВА 6. ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРО- И КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ</b>	142
6.1. Сущность лесного дешифрирования	142
6.2. Исходные положения лесного дешифрирования	145
6.3. Последовательность дешифрирования аэрокосмических снимков	145
6.4. Стереоскопический эффект	147
6.5. Стереоскопические измерения по аэрофотоснимкам	155
6.6. Технические средства, применяемые при дешифрировании аэрокосмических изображений	159
<b>ГЛАВА 7. МОРФОЛОГИЯ ПОЛОГА ДРЕВОСТОЕВ</b>	166
7.1. Структура полога насаждений	166
7.2. Взаимосвязь сомкнутости полога с полнотой насаждения	177
7.3. Множественные связи между таксационными и дешифровочными показателями.	179
7.4. Методы изучения таксационно-дешифровочных показателей насаждений	181
7.5. Способы определения сомкнутости полога насаждений	185
<b>ГЛАВА 8. ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ И МЕТОДОЛОГИЯ ЛЕСНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОФОТОСНИМКОВ</b>	188
8.1. Дешифровочные признаки насаждений	188
8.2. Дешифровочные признаки не покрытых лесом и нелесных земель	195

8.3. Аналитико-измерительные методы определения таксационных показателей насаждений по аэрофотоснимкам	197
8.4. Выбор масштаба аэрофотосъемки при лесоустройстве	201

### ГЛАВА 9. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

9.1. Особенности лесотаксационного дешифрирования космических снимков	206
9.2. Дешифровочные признаки и методология дешифрирования по космическим снимкам лесопожарной обстановки	218

### ГЛАВА 10. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

10.1. Цифровое изображение	230
10.2. Предварительная обработка изображений	232
10.3. Интерактивные методы дешифрирования	243
10.4. Методы автоматизированной классификации спутниковых изображений	245
10.4.1. Общий подход к классификации цифровых изображений	245
10.4.2. Методы управляемой классификации изображений	249
10.4.3. Методы неконтролируемой классификации изображений	251
10.4.4. Классификация на основе искусственных нейронных сетей	254
10.5. Оценка разделимости классов и точности результатов классификации изображений	256
10.6. Методология автоматизированной обработки спутниковых изображений при картографировании и мониторинге лесов	259
10.6.1. Распознавание категорий земель и классов лесных насаждений	259
10.6.2. Выявление изменений в лесах по спутниковым изображениям	263

### ГЛАВА 11. ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ

11.1. Применение аэрофотоснимков при таксации лесов наземными методами	270
11.2. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэрофотоснимков	274
11.3. Особенности повторной инвентаризации лесов таежной экстенсивной зоны	281
11.4. Инвентаризация резервных лесов на основе дешифрирования космических снимков	282

### ГЛАВА 12. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСОВ

12.1. Общие понятия о лесной картографии	289
12.2. Фотосхемы	289
12.3. Мелкомасштабные тематические карты лесов	298

### ГЛАВА 13. ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ, В ЛЕСОПАТОЛОГИИ И ПРИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ

13.1. Применение аэроснимков при устройстве рекреационных лесов	307
13.2. Оценка лесопатологического состояния	315
13.3. Авиадесантные лесопатологические обследования	319
13.4. Оценка порядка лесопользования	321
13.5. Оценка состояния лесовозобновления	327
13.6. Оценка состояния полезащитных лесных насаждений	331
13.7. Выявление и учет текущих изменений в лесном фонде	334
13.8. Применение аэрокосмических методов в гидроресомелиорации	336

### ГЛАВА 14. АВИАЦИОННАЯ ОХРАНА ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

14.1. Структура, цели и задачи авиационной охраны лесов от пожаров	344
14.2. Геоинформационное обеспечение охраны лесов от пожаров	346
14.3. Авиационное патрулирование лесов	349
14.4. Парашютная десантно-пожарная служба	355
14.5. Контроль за действующими пожарами	359
14.6. Тушение пожаров сбрасыванием огнетушащей жидкости с борта воздушного судна	360
14.7. Тушение лесных пожаров методом искусственного вызывания осадков	362

### ГЛАВА 15. ПРИМЕНЕНИЕ АВИАЦИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

15.1. Авиационно-химическая борьба с вредителями леса	366
15.2. Регулирование состава молодняков	372
15.3. Аэросев	
15.4. Учет охотничьей фауны и организация охотничьего хозяйства	
15.5. Обследование транспортных путей и обслуживание лесосплавов	375

Уважаемые коллеги!

В издательстве Марийского государственного технического университета вышел в свет учебник

**"Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве",**

подготовленный главным научным сотрудником ЦЭПЛ РАН, доктором с.-х. наук, профессором

**Сухих Василием Ивановичем**

ПРОСИМ СООБЩИТЬ ВАШУ ПОТРЕБНОСТЬ.

Расылка книг будет проводиться наложенным платежом.

Заявки принимаются по адресу:

**424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3, МарГТУ, к. 520–I**  
кафедра лесной таксации и лесоустройства  
**Черных В.Л. Эл почта sitlx@rambler.ru**

