

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Учебное пособие для вузов

Составители:
А. И. Трегуб,
О. В. Жаворонкин

Издательско-полиграфический центр
Воронежского государственного университета
2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ	
АЭРОКОСМОСЪЕМКИ	6
1.1. Аэросъемка	7
1.2. Космическая съемка	9
1.3. Краткая характеристика космических съемочных систем некоторых стран	14
2. МАТЕРИАЛЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	
ЗЕМЛИ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	16
2.1. Физические основы дистанционного зондирования Земли	16
2.2. Материалы дистанционного зондирования Земли	18
2.3. Обработка и преобразование материалов дистанционного зондирования Земли	20
2.4. Обработка и преобразование цифрового рельефа	24
2.5. Пакеты программ для обработки и анализа материалов дистанционного зондирования Земли	24
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ	
МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	
ЗЕМЛИ	26
3.1. Общие принципы дешифрирования материалов дистанционного зондирования	26
3.2. Дешифровочные признаки	27
3.3. Методы дешифрирования	28
4. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ	
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	29
4.1. Дешифрирование коренных пород	30
4.2. Дешифрирование четвертичных образований	33
4.3. Геоморфологическое дешифрирование	37
5. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО	
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ	
КАРТИРОВАНИИ И ПОИСКОВЫХ РАБОТАХ	38
5.1. Материалы дистанционного зондирования при геологическом картировании	38
5.2. Материалы дистанционного зондирования при прогнозно-поисковых исследованиях	44
ЛИТЕРАТУРА	46

ными целями (Космос-122) в СССР был выведен на орбиту 25 июня 1966 года.

26 ноября 1965 г. Франция запустила свой ИСЗ «Астерикс-1». 11 февраля 1970 г. вывела на орбиту ИСЗ «Осуми» Япония. 24 апреля того же года космической державой стал Китай (ИСЗ «Дунфанхун»). Англия запустила свой первый ИСЗ «Просперо» 28 октября 1971 г., а 18 июля 1980 г. – Индия (ИСЗ «Рохини»).

Начало пилотируемых полетов в космос положено 12 апреля 1961 года Юрием Алексеевичем Гагариным на корабле «Восток», а 6 августа того же года ***Герман Степанович Титов*** впервые произвел фотосъемку Земли с пилотируемого космического корабля «Восток». В отечественной космонавтике большое значение имели спутники серии «Космос». Первый запуск ИСЗ этой серии был произведен 16 марта 1962 года, а к 2007 году уже было запущено 2400 спутников различного назначения. Примерно каждые три года выводилось на орбиту по 250 ИСЗ серии «Космос». Значительная часть из них была снабжена оборудованием для выполнения ресурсных исследований. С их помощью для всей территории СССР были получены космические фотоснимки высокого качества. Современная группировка Российских спутников насчитывает более 110 аппаратов различного назначения. Экономический эффект только от применения ИСЗ серии «Ресурс-0» составил около 1,2 млрд руб. в год, а спутников серий «Метеор» и «Электро» – 10 млрд руб. в год.

В настоящее время свои спутниковые системы, кроме России и США, имеют Франция, Германия, Европейский Союз, Индия, Китай, Япония, Израиль и другие страны.

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ АЭРОКОСМОСЪЕМКИ

Технологии аэросъемок в развитии дистанционных исследований Земли предшествовали технологиям космических съемок. На начальных этапах развития дистанционного зондирования Земли из космоса в него перешли многие технологические приемы проведения аэросъемки, но по мере развития космических исследований возникали и новые приборы, а также новые технологии. При этом важнейшее значение имело становление и бурное развитие компьютерных технологий, направленных на обработку данных дистанционного зондирования.

1.1. Аэросъемка

Аэросъемка земной поверхности может выполняться в зависимости от поставленных задач с помощью самолетов и вертолетов, аэростатов и даже мотодельтапланов, а также беспилотных летательных аппаратов. Различают фотографическую, тепловую, радиолокационную и многозональную аэросъемки. Фотографическая съемка (аэрофотосъемка) для целей геологического картирования является наиболее важной, не только потому, что обладает наибольшей информативностью, но и потому, что за время ее проведения накоплено значительное количество аэрофотоматериалов различных масштабов и по различным регионам. Поэтому при проведении геолого-съёмочных работ бывает экономически более целесообразным использовать уже имеющиеся в фондах аэрофотоматериалы, чем заказывать производство новой аэрофотосъемки.

Аэрофотосъемка местности используется в различных целях, важнейшими из них являются составление и корректировка топографических карт, геологические исследования. Аэрофотосъемка может быть точечной, маршрутной и площадной. Точечная съемка выполняется при изучении точечных объектов. Маршрутная съемка проводится по заданной линии (линии берега, вдоль русла реки и т. п.). Площадная съемка выполняется в пределах заданных площадей, которые обычно определяются рамками топографических планшетов. Важным требованием к съемке является требование об обязательном перекрытии площадей соседних снимков. По линии маршрута – продольное перекрытие, оно должно составлять не менее 60 %, а между маршрутами (поперечное перекрытие) – не менее 30 %. Должна также выдерживаться заданная высота полета. Соблюдение этих параметров необходимо для возможности получения стереоэффекта (объемного изображения местности).

Аэрофотосъемка может быть плановой и перспективной. Плановая аэрофотосъемка, предназначенная для решения топографических задач, отличается повышенными требованиями к предельным отклонениям плоскости снимка от горизонтальной плоскости. Перспективные снимки в комплекте с плановыми снимками весьма полезны при изучении геологического строения высокогорных территорий с крутыми склонами.

Для аэрофотосъемки в пределах территории России чаще всего используются самолеты Ан-2, Ан-28 ФК, Ан-30, Ту-134 СХ.

На протяжении более чем 60 лет (рекорд в «Книге Гиннеса»!) основным самолетом был (остается и сейчас) Ан-2 (его аэрофотосъёмочная модификация Ан-2Ф). Он отличается высокой надежностью,

техническими параметрами, отвечающими условиям проведения аэрофотосъемки: возможность использования грунтовых аэродромов с длинной полосы разбега при взлете не более 200 м, а при посадке – 120 м; предельная высота полета 5200 м (при практическом потолке 4500 м); экономичный поршневого двигателя мощностью 1000 л. с.; скорость полета в пределах от 150 до 250 км/час и дальность полета (990 км), достаточная для выполнения съемки на больших площадях; большой объем фюзеляжа, позволяющий свободно размещать оборудование и экипаж из трех человек (вместе с оператором).

С 1974 г. используется специализированный самолет Ан-30. Его силовая установка состоит из двух турбовинтовых двигателей, мощностью по 2820 л. с., и дополнительного реактивного двигателя мощностью 500 л. с. Крейсерская скорость самолета – 435 км/час, максимальная высота полета – 8300 м. Дальность действия – 1240 км, длина разбега по взлетно-посадочной полосе с бетонным покрытием – 720 м, средний расход топлива – 855 кг/час. Максимальный взлетный вес самолета – 23 т. Вес фотооборудования – 650 кг. Экипаж (включая оператора) состоит из 7 человек. Аэрофотосъемка выполняется в масштабах от 1 : 3 000 до 1 : 200 000. В настоящее время в распоряжении военно-воздушных сил (ВВС) осталось не более 10 машин этого типа. Сходными характеристиками обладают самолеты Ан-28 ФК.

Сельскохозяйственный самолет Ту-134 СХ разработан в 1984 г. На самолете установлена радиолокационная станция бокового обзора (РЛСБО). Специальный навигационный комплекс «Маяк» и система автоматического управления поддерживают заданный курс и осуществляют фотосъемку местности в соответствии с заданной программой. Пять бортовых фотоаппаратов позволяют проводить съемку в радиочастотном, видимом и инфракрасном диапазонах. В салоне – 9 рабочих мест со специальной аппаратурой, пультами управления и фотолабораторией (для обработки фотоматериалов в полете). За один рейс (4,5 часа) может быть заснята территория 100 × 100 км (10 000 км² – примерная площадь двух топографических планшетов в масштабе 1 : 200 000).

Аэрофотосъемка выполняется с помощью специальных широкоугольных фотоаппаратов, которые устанавливаются в люке фюзеляжа самолета. Для фиксации фотоаппарата в горизонтальной плоскости используются гиросистемы. Фотопленка помещается в специальных кассетах емкостью по 30 или 60 м. Ширина пленки, в зависимости от параметров фотоаппарата, составляет 18 см или 30 см. В комплект обо-