

Лекция 7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ГЕОЕЗИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ

Оглавление

1. Виды геодезических съёмок.....	1
2. Принципы и этапы топографических съёмок.....	6
3. Теодолитная съёмка	7
3.1. Подготовительные работы.....	7
3.2. Рекогносцировка.....	7
3.3. Создание съёмочного обоснования.	8
3.4. Съёмка ситуации	11
4. Технология аэрокосмической съёмки	15
4.1. Общие сведения.....	15
4.2. Сущность аэрофототопографической съёмки	16
4.3. Сущность космической фотограмметрической съёмки	20

Съёмка местности – совокупность работ по созданию карт или планов местности посредством измерений наклонных расстояний, горизонтальных и вертикальных углов с помощью различных инструментов (наземная съёмка), а также получение изображений земной поверхности с летательных аппаратов (аэросъёмка и космическая съёмка).

1. Виды геодезических съёмок

Следует отметить, что некоторые из перечисленных ниже видов топографических съёмок в настоящее время не применяется, либо применяется редко из-за появившихся на рынке оптико-электронных приборов и новых технологий.

По назначению выделяют следующие виды геодезических съёмок.

Контурные съёмки служат для получения контурных (ситуационных) планов (рис. 7.1).

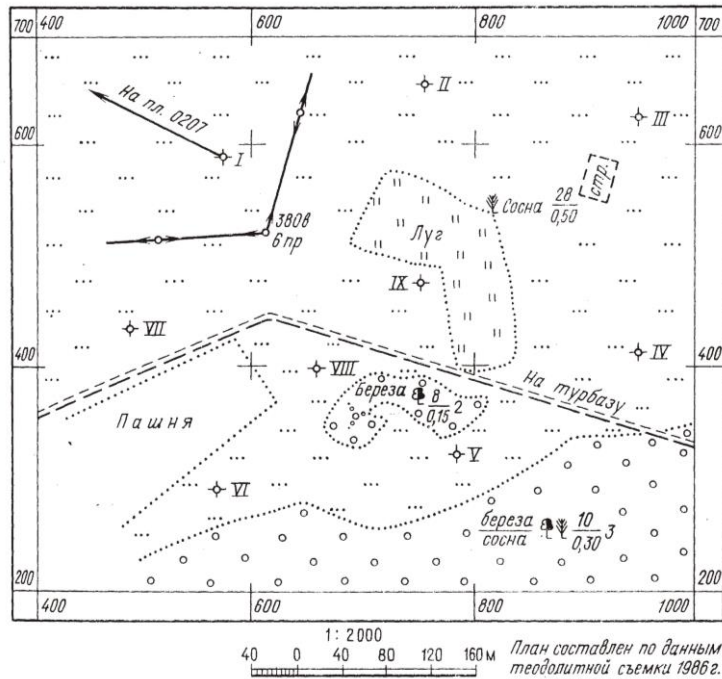


Рис. 7.1. Контурный план [1]

Топографические съёмки служат для получения изображения ситуации и рельефа, т.е. для получения топографических планов и карт (рис. 7.2).

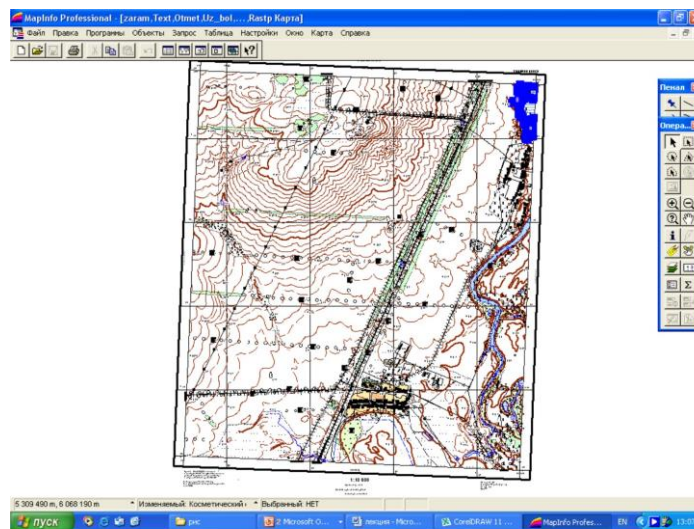


Рис. 7.2. Электронная топографическая карта

По применяемому методу и прибору выделяют следующие виды геодезических съёмок [2]:

Космическая съёмка – съёмка поверхности Земли аппаратурой, находящейся за пределами атмосферы Земли (рис. 7.3).

В результате съёмки получают космические снимки, охватывающие огромную территорию. Средний масштаб космических снимков Земли составляет 1:1000000, 1:10000000.

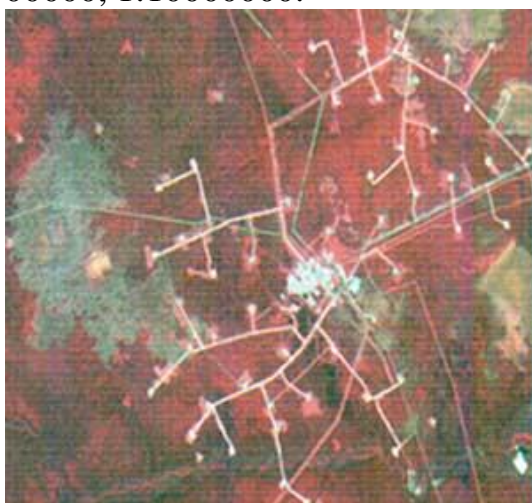


Рис. 7.3. Космический снимок (нефтяное месторождение Самотлор)

Аэрофотосъемка – фотографирование поверхности земли из атмосферы, в результате получают аэрофотоснимки (рис. 7.4).

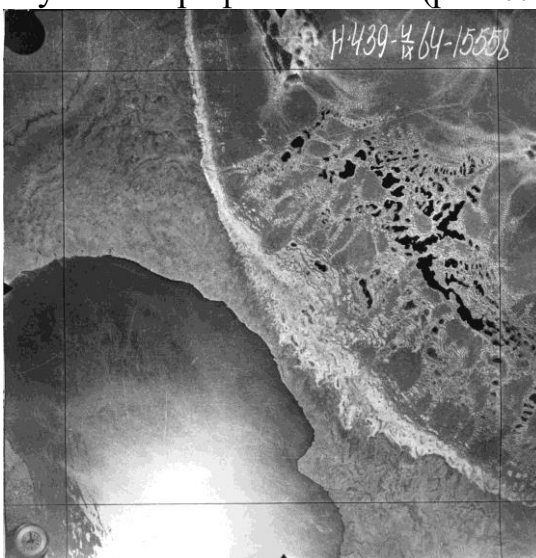


Рис. 7.4. Аэрофотоснимок (оз. Круглое Колпашевского района)

Аэрофотосъемка производится с помощью специальных высокоточных фотокамер – аэрофотокамер АФА, устанавливаемых на летательных аппаратах (в основном на самолётах). Оптическая ось аэрофотоаппарата устанавливается отвесно либо с небольшим отклонением (около 3°) из-за качания самолёта. При фотографировании местности образуется ряд последовательных перекрывающихся снимков.

Аэрофотосъемка, позволяющая с минимальными затратами труда в поле готовить в камеральных условиях топографические планы и ЦММ, чрезвычайно эффективна и находит широкое применение в практике изысканий инженерных объектов.

Теодолитная съемка – съемка, выполняемая для получения ситуационного плана местности; выполняется с помощью теодолитов и мерных приборов.

Глазомерная съемка – упрощенная топографическая съемка, проводимая с помощью простейших приборов: легкого планшета с наклеенной на него бумагой, компаса и визирной линейки; применяется для получения приближенного плана маршрута или участка местности непосредственно при съемке.

Тахеометрическая съемка – вид съемки местности с помощью теодолита-тахеометра; измеряют горизонтальные, углы наклона, расстояния (с помощью дальномера). В результате получают топографический план.

Мензуральная съемка – осуществляется с помощью кипрегеля и мензулы; план с горизонталями создается графически непосредственно при съемке местности, поэтому есть возможность контролировать качество производимых работ. Устаревший вид топографической съёмки, в настоящее время практически не используется (рис. 7.5).

Нивелирование поверхности по квадратам – методом геометрического нивелирования с высокой точностью и подробностью снимается рельеф. Применяют для съёмки равнинных участков местности. Нивелирование поверхности особенно эффективно при использовании электронных нивелиров. Именно по этой причине последняя находит применение при изысканиях аэродромов. Кроме того, результаты съемки нивелированием по квадратам являются готовой ЦММ в узлах правильных прямоугольных сеток.

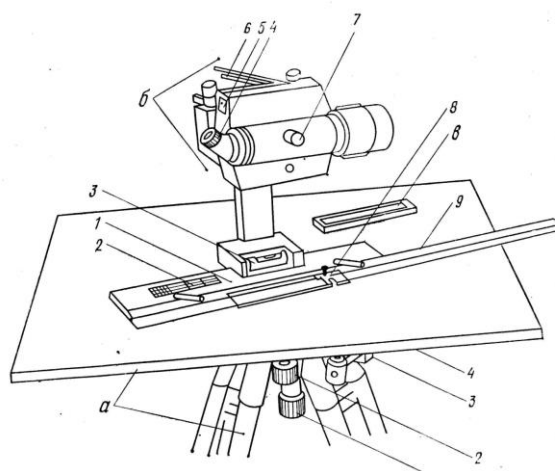


Рис. 7.5. Кипрегель КН с мензурой: а – мензула: 1 – становой винт, 2 – винт крепления подставки с планшетом, 3 – наводящий винт подставки. 4 – планшет; б – кипрегель: 1 – основная и 2 – масштабная линейки, 3 – уровень при линейке, 4 – ломаный окуляр, 5 – уровень при трубе, 6 – зеркало уровня, 7 – кремальера, 8 – штифт для накола точек, 9 – дополнительная линейка; в – буссоль [3]

Фототеодолитная съемка производится с помощью специального прибора – фототеодолита (рис. 7.6), который представляет собой комбинацию теодолита и высокоточной фотокамеры. При фотографировании участка местности с двух точек базиса можно получить стереоскопическую модель местности, при камеральной обработке которой можно подготовить топографический план в горизонталях и ЦММ. Это один из наиболее перспективных видов топографических съемок, требующий минимальных затрат труда в полевых условиях, с перенесением основного объема работы по получению исходной информации о местности в камеральные условия с максимальным привлечением средств автоматизации и вычислительной техники. Фототеодолитная съемка – это дистанционная топографическая съемка, использование которой оказывается особенно эффективным в открытой пересеченной и горной местности, а также при обследовании существующих инженерных сооружений.

Лазерное сканирование – это современный оперативный вид съемки местности, который вобрал в себя последние достижения компьютерных технологий. Применение лазерного сканирования местности в настоящее время оказывается особенно эффективным в связи с большими объемами полевых работ по сбору информации для разработки проектов реконструкции и капитального ремонта существующих сооружений. Развитие методов электронного фотографирования и автоматизированной обработки электронных фотографий приведет в будущем

к еще более широкому применению этого современного вида топографических съемок.

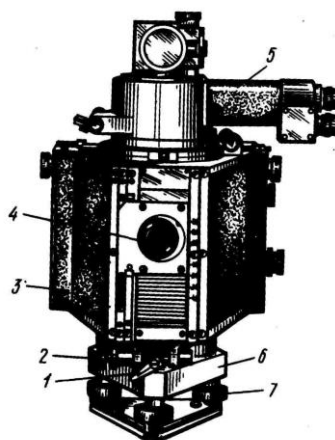


Рис. 7.6. Фототеодолит: 1, 2, 7 – винты, 3 – камера, 4 – объектив, 5 – окулярное колено, 6 – подставка [4]

Комбинированная съемка представляет собой сочетание аэросъемки и одного из видов наземных топографических съемок. Эффективна в районах со слабовыраженным рельефом, когда ситуационные особенности местности устанавливаются по аэрофотоснимкам, а рельеф – по материалам одного из видов наземных топографических съемок.

Наземно-космическая – один из самых перспективных видов топографических съемок, основанный на использовании *систем спутниковой навигации «GPS»* (Global Positioning System). В этой системе специальные искусственные спутники Земли используют в качестве точно координированных подвижных точек отсчета, по положению которых определяют трехмерные координаты характерных точек местности наземным методом с помощью приемников спутниковой навигации «GPS». Очевидно в ближайшем будущем наземно-космическая съемка вытеснит многие традиционные виды наземных топографических съемок.

2. Принципы и этапы топографических съёмок

Любые виды топографических съемок требуют создания *планово-высотного съемочного обоснования*. Принцип «от общего к частному» в полной мере реализуется при выполнении любых видов топографических съемок: создание планово-высотного съемочного обоснования, съемка подробностей местности, подготовка топографического плана и ЦММ.

Выделяют пять этапов наземной геодезической съёмки [5]:

- Подготовительные работы.
- Рекогносцировка.
- Создание съёмочного обоснования.
- Съёмка ситуации (и рельефа).
- Камеральная обработка результатов полевых измерений и построение планов или карт.

Рассмотрим все этапы на примере теодолитной съёмки.

3. Теодолитная съёмка

3.1. Подготовительные работы

Масштаб съёмки выбирают, исходя из требуемой точности изображения ситуации местности; подбирают и изучают имеющиеся в наличии картографические материалы и географические описания района будущей съёмки; составляют схему расположения пунктов ГГС; намечают теодолитные ходы; составляют предварительный проект полевых работ.

3.2. Рекогносцировка

Включает осмотр местности, отыскание пунктов государственной геодезической сети, выбор точек съёмочной сети (съёмочного обоснования) и их закрепление (рис. 7.7).

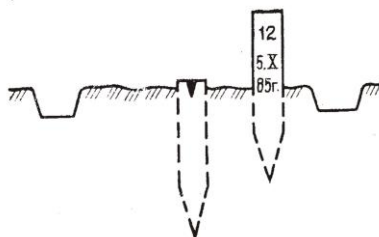


Рис. 7.7. Закрепление точки съёмочной сети [3]

Съёмочное обоснование – система точек, закреплённых на местности, для которых известно их плановое и (или) высотное положение.

Положение точек съёмочного обоснования выбирается исходя из следующего:

- хорошая взаимная видимость между точками;
- точки должны располагаться на ровном, твёрдом грунте;

- с точек возможно отснять всю ситуацию (и рельеф).

Съёмочным обоснованием теодолитной съёмки являются теодолитные ходы.

Вершины теодолитных ходов закрепляют на местности в основном временными знаками – деревянными кольями, забиваемыми вровень с поверхностью земли; центр обозначается крестообразной насечкой или гвоздём. Для облегчения отыскания точек рядом с ними забивают сторожки – деревянные колья, выступающие над поверхностью земли на 30-35 см; на сторожках подписывают номер точки и дату их закладки (рис. 7.7).

3.3. Создание съёмочного обоснования.

Съёмочное обоснование развивается от пунктов плановых опорных сетей прокладкой теодолитных ходов (рис. 7.8). Теодолитный ход – система ломаных линий, в которых горизонтальные углы измеряют теодолитами, а длины сторон – стальными мерными лентами, рулетками либо оптическими дальномерами

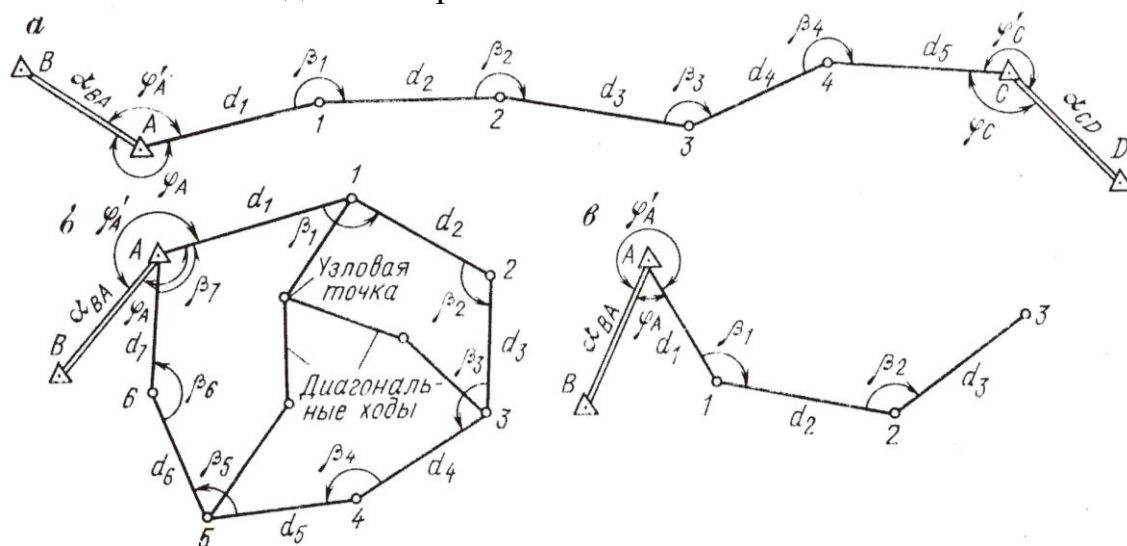


Рис 7.8. Виды теодолитных ходов: а – разомкнутый, б – замкнутый, в – висячий [3]

По форме различают следующие виды теодолитных ходов:

- *Разомкнутый* – начало и конец опираются на пункты ГГС.
- *Замкнутый* ход – сомкнутый многоугольник, обычно примыкающий к пункту ГГС. Внутри замкнутых ходов при необходимости прокладывают диагональные ходы.
- *Висячий* ход – один из концов примыкает к пункту ГГС, а второй конец остаётся свободным.

После измерений теодолитного хода проводят обработку результатов и рассчитывают координаты точек хода.

При измерении длин сторон теодолитного хода стальной 20-метровой лентой относительная невязка периметра полигона Р не должна быть больше 1/2000.

Расчёт угловой невязки теодолитного хода и исправление углов.

Невязка угловых измерений в теодолитном ходе рассчитывается по формуле:

$$f_{\beta \text{ расч}} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}},$$

где $\sum_1^n \beta_{\text{изм}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n$. $\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = (n - 2) \cdot 180^\circ$ (для замкнутого хода),

n – число измеренных углов.

Если теодолитный ход разомкнут; измерены углы, лежащие справа по ходу, то для расчёта теоретической суммы углов используют формулу:

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = \alpha_n - \alpha_k + n \cdot 180^\circ,$$

где α_n – дирекционный угол начальной стороны, α_k – дирекционный угол конечной стороны хода.

Теодолитный ход разомкнут; измерены углы, лежащие слева по ходу, то для расчёта теоретической суммы углов используют формулу:

$$\sum_1^n \beta_{\text{теор}} = \alpha_k - \alpha_n + n \cdot 180^\circ.$$

Допустимая угловая невязка равна:

$$f_{\beta \text{ доп}} = 1' \sqrt{n}.$$

Сравним рассчитанную угловую невязку теодолитного хода с допустимой:

$$f_{\beta \text{ доп}} \geq f_{\beta \text{ расч}}.$$

Если условие выполняется, то рассчитаем угловую поправку с обратным знаком

$$\delta_{\beta} = \frac{-f_{\beta \text{ расч}}}{n}.$$

Если невязка $f_{\beta \text{ расч}}$ не делится без остатка на число углов n, то несколько большие поправки вводят в углы с короткими сторонами, так как на результатах таких углов в большей степени сказывается неточность центрирования теодолита и визирных знаков (вех). Поправки δ_{β} с

округлением до десятых долей минуты выписывают со своими знаками в ведомость над значениями соответствующих измеренных углов. При этом во всех случаях должно соблюдаться условие

$$\sum \delta_{\beta} = -f_{\beta \text{ расч.}},$$

т. е. сумма поправок должна равняться фактической угловой невязке теодолитного хода с обратным знаком.

Если условие не выполняется, то нужно проверить все вычисления. Если в вычислениях нет ошибок, то нужно повторно измерить углы в полигоне.

Предельные длины теодолитных ходов ограничены инструкциями, длины линий в ходах не должны быть больше 350 м и меньше 40 м на незастроенной и 20 м – на застроенной территории.

Данные по прокладке теодолитного хода заносятся в «Журнал прокладки теодолитного хода» (рис. 7.9)

Расчёт координат теодолитного хода выполняют в «Ведомости вычисления координат теодолитного хода» (рис. 7.10).

Полевой журнал прокладки теодолитно-тахеометрического хода												
№ станции	Наблюдаемые точки	Отсчёты по рейке	Дальномерная дистанция D, м	Среднее горизонтальное проложение $d_{cp} = D_{cp} \cos \alpha$	Отсчёты по горизонтальному кругу	Горизонтальный угол (в полуприёме) $\beta_{кл}$ $\beta_{кп}$	Средний угол (между двумя полуприёмами) β_{cp}	Отсчёты по вертикальному кругу v	Угол наклона, v_{cp}	Превышение при i-V $h'_{cp} = d_{cp} \cdot \text{tg } v_{cp}$	Превышение при i-V $h_{cp} = h'_{cp} \cdot i \cdot V$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Запись в общем виде												
I	VII	КЛ n _i	КЛ D _{i VII}	D _{cp I-VII} d _{cp I-VII}	КЛ m _{VII}	$\beta_i = m_{VII} - m_i$	$\beta_{cp} = \beta_i \pm \beta_i'$	КЛ v _{VII}	v _{cp I-VII} v _{cp I-II}	h' _{i-VII} h' _{i-II}	h _{i-VII} h _{i-II}	
		КЛ n _{II}	КЛ D _{i II}		КЛ m _{II}			КЛ v _{II}				
I	VII	КП n _i	КП D _{i VII}	D _{cp I-II} d _{cp I-II}	КП m' _{VII}	$\beta'_i = m'_{VII} - m'_{II}$	$\beta'_{cp} = \beta'_i \pm \beta'_i'$	КП v _{VII}	v _{cp I-II}	h' _{i-VII} h' _{i-II}	h _{i-VII} h _{i-II}	
		КП n _{II}	КП D _{i II}		КП m' _{II}			КП v _{II}				
П Р И М Е Р (i=1,49 м; V=2,00 м) Станция I H _A = 131,12 м												
I	VII	1590	33,3	33,30	261°24'	$\beta_i = 121^{\circ}00'$	120°00,5'	КЛ VII 0°11'	v _{cp I-VII} = 0°11,5'	h' _{i-VII} = 0,11	h _{i-VII} = 0,62	
		1587			140°24'			КЛ II 0°41'				
		1598			81°25'			КП VII -0°12'				
		1590			34,80			320°24'				КП II -0°40'
I	VII	1593	33,3	34,80	34,80	$\beta'_i = 120^{\circ}01'$	120°00,5'	КП VII -0°12'	v _{cp I-VII} = 0°11,5'	h' _{i-VII} = 0,11	h _{i-VII} = 0,62	
		1260						320°24'				КП II -0°40'
		1599						34,8				
		1250										

Рис. 7.9. Журнал прокладки теодолитного хода

лее 20 – 60 м. Измерения производят стальной мерной лентой и рулеткой.

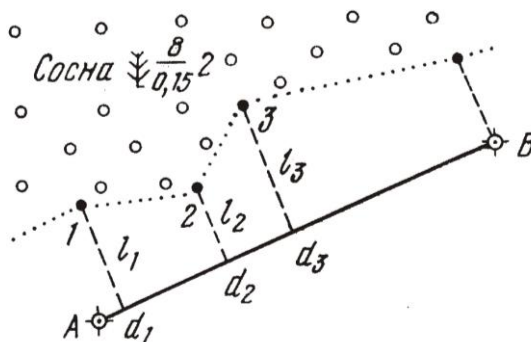


Рис. 7.11. Способ прямоугольных координат [3]

Способ полярных координат (полярных направлений). Способ применяют для съёмки контуров объектов, удалённых от точек съёмочного хода (рис. 7.12). Вершину теодолитного хода принимают за полюс, здесь устанавливают теодолит; сторону теодолитного хода – за полярную ось. Горизонтальные углы измеряют одним полуприёмом с ориентированием нулевого штриха лимба на смежную точку теодолитного хода. Расстояния – мерным прибором или дальномером. Длина полярного радиуса зависит от масштаба съёмки (табл. 7.1).

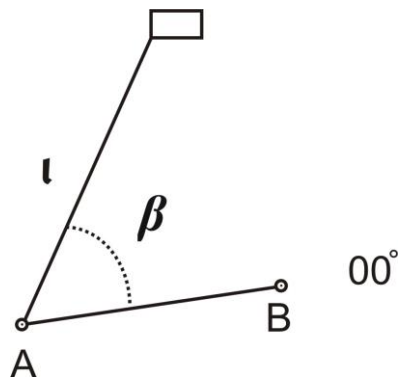


Рис. 7.12. Способ полярных координат

Таблица 7.1

Максимальная длина полярного радиуса, м [5]

Способы определения расстояний	Масштаб съёмки		
	1:500	1:1000	1:2000
Измерение мерной лентой	120 (150) ¹	180 (200)	250 (300)

¹ В скобках приведены значения для твёрдых контуров

Измерение нитяным даль- номером	40 (80)	60 (100)	100 (150)
------------------------------------	---------	----------	-----------

Способ угловых засечек. Применяют для съёмки труднодоступных точек в открытой местности, где не представляется возможным проводить непосредственные измерения расстояний до интересующих точек. В точках 5, 6 и 7 (вершины теодолитного хода) при помощи теодолита измеряют горизонтальные углы при визировании на труднодоступные точки. Засечки наносят не менее чем с трёх направлений (рис. 7.13).

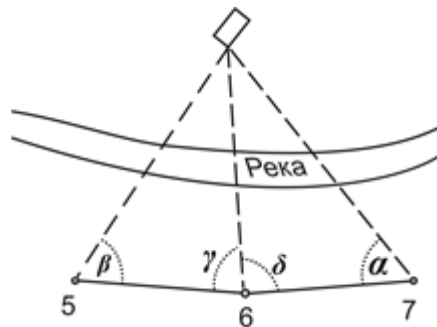


Рис. 7.13. Способ угловых засечек

Способ линейных засечек. Применяют для съёмки доступных объектов с чёткими очертаниями (здания, инженерные сооружения...), расположенных вблизи сторон теодолитного хода (рис. 7.14). На стороне теодолитного хода выбирают две вспомогательные точки, отрезок между которыми является базисом. Из этих точек рулеткой измеряют расстояния до снимаемой точки. Форма треугольника должна быть по возможности близка к равносторонней, а длины сторон – не превосходить длин мерных приборов.

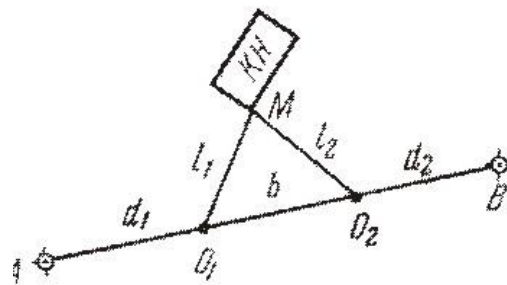


Рис. 7.14. Способ линейных засечек [3]

Способ створов. Применяют для установления ситуационных особенностей местности при топографической съёмке методом геометри-

ческого нивелирования по квадратам, при изысканиях аэродромов (рис. 7.15). Положение снимаемой точки определится линейными промерами с обоих концов.

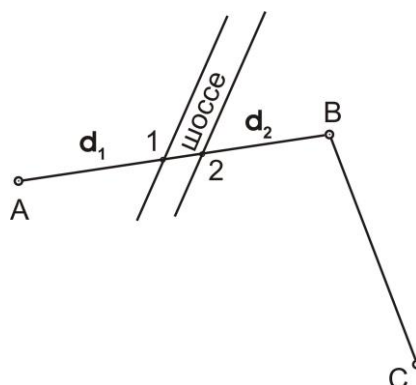


Рис. 7.15. Способ створов

Результаты измерений различными способами заносят в *абрис*.

Абрис – сделанный от руки схематический план участка местности, на котором показаны местные объекты, результаты измерений и другие сведения, необходимые для составления точного плана (рис. 11.17).

Пятый этап теодолитной съёмки – обработка полевых ведомостей и построение плана (карты) будет рассмотрено на лабораторных занятиях.

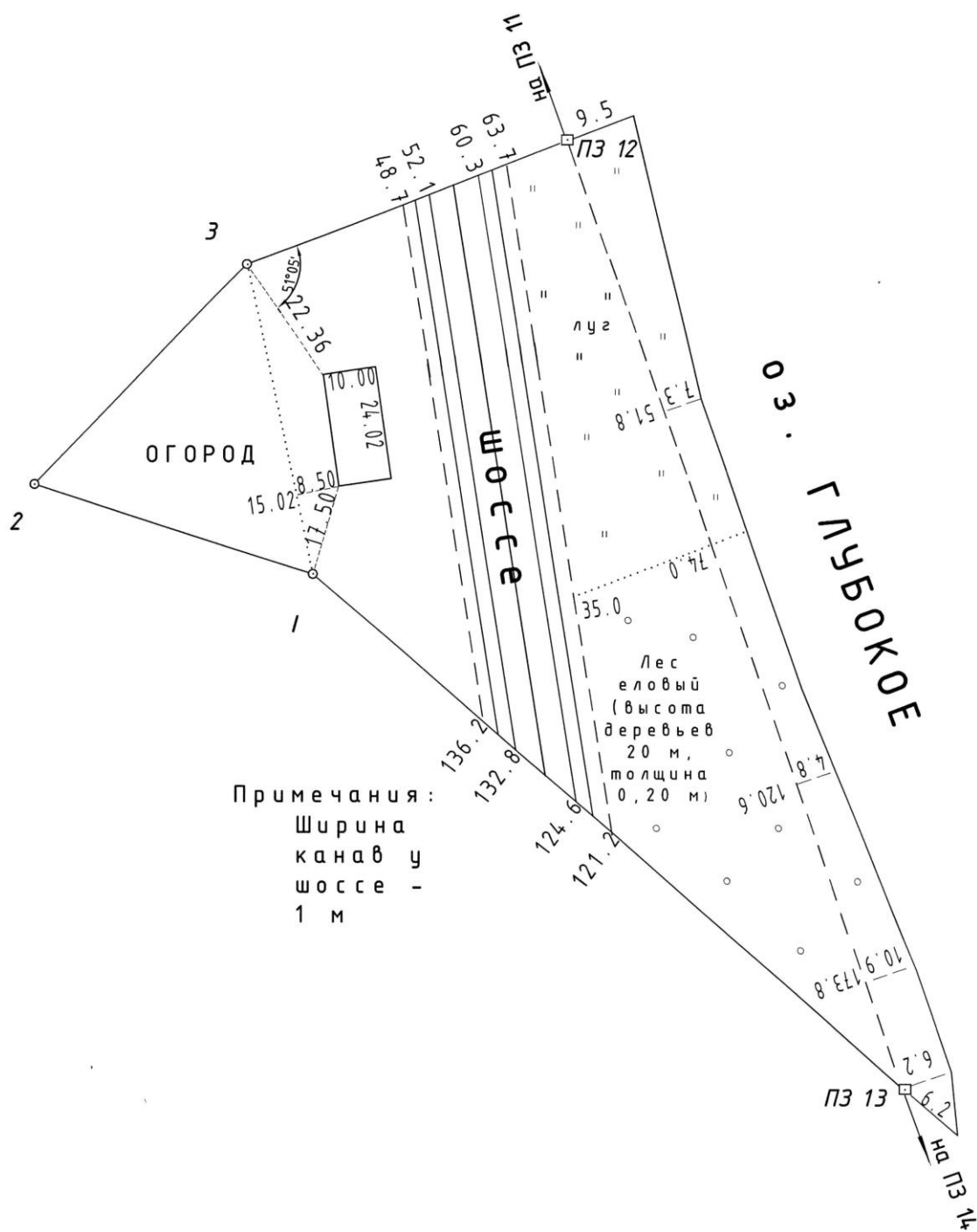


Рис. 7.16. Абрис

4. Технология аэрокосмической съёмки

4.1. Общие сведения

Фототопографический метод создания планов и карт основан на использовании фотоснимков, полученных при фотографировании местности специальными фотоаппаратами.

План местности является *ортогональной проекцией* на горизонтальную плоскость, а фотографический снимок представляет собой *центральную проекцию*, при которой все проектирующие лучи проходят через объектив фотоаппарата, называемый центром проекции.

Преобразование центральной проекции фотоснимка в ортогональную проекцию сфотографированного объекта является основной задачей научной дисциплины, которая называется *фотограмметрией*. Наибольшее развитие фотограмметрия получила в связи с картографированием земной поверхности. Раздел фотограмметрии, занимающийся разработкой методов составления планов и карт по фотоснимкам, называется фототопографией.

При фототопографических съемках основной объем работы по созданию топографических планов и карт перенесен в камеральные условия. Отсюда следует высокая производительность фототопографической съемки и поэтому фототопографический метод стал основным для картографирования обширных территорий СССР.

При фототопографической съемке выполняют четыре основных вида работ, которые тесно связаны друг с другом: фотосъемочные, фотографические, геодезические и фотограмметрические.

Задачей фотосъемочных работ является получение фотографических снимков местности, соответствующих заранее заданным требованиям. В задачу фотографических работ входят фотолабораторная обработка и размножение полученных в результате фотосъемки изображений местности. Геодезические работы предусматривают получение геодезических координат отдельных точек местности, изобразившихся на снимках и определенным образом расположенных на местности. В процессе фотограмметрических работ производится комплекс измерений снимков, в результате которых составляются планы и карты.

В зависимости от применяемых при фотографировании технических средств и технологии обработки фотоснимков различают четыре вида фототопографической съёмки: наземную фототопографическую, аэрофототопографическую, комбинированную и космическую.

4.2. Сущность аэрофототопографической съемки

При аэрофототопографической съемке фотоснимки местности получают при помощи аэрофотографического аппарата (АФА), установ-

ленного на самолете в определенном положении. Процесс получения фотоснимков местности с самолета, называется аэрофотосъемкой.

АФА представляет собой автоматизированную фотосъемочную систему. При аэросъемке применяют высокочувствительную аэрофото- пленку. Управление работой АФА (перематка пленки, прижим ее к фо- кальной плоскости фотокамеры, экспонирование и т. д.) осуществляется дистанционно и автоматически.

АФА устанавливают на самолете с таким расчетом, чтобы оптиче- ская ось объектива была направлена отвесно вниз. За счет неустойчиво- го положения самолета в воздухе оптическая ось АФА отклоняется на тот или иной угол относительно вертикали. Если углы наклона снимков в момент фотографирования не превышают 3° , то такая аэрофотосъемка называется плановой, а фотоснимки – плановыми аэрофотоснимками (рис. 11.18, а).

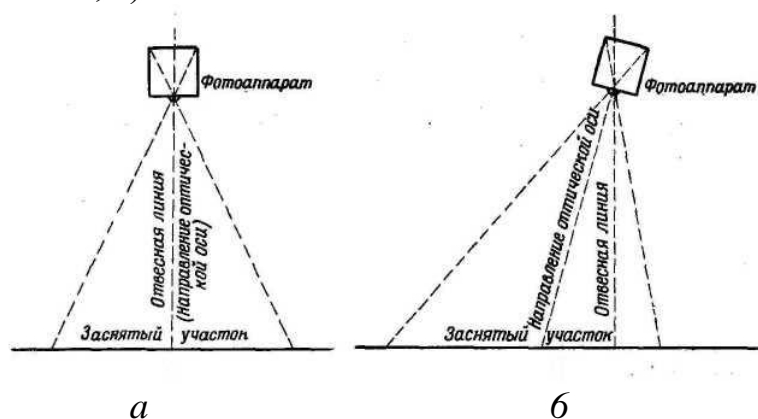


Рис. 11.18. Схема получения: а – планового аэроснимка; б – перспективного аэроснимка

При перспективном воздушном фотографировании аэрофотоаппа- рат устанавливается так, чтобы его оптическая ось составляла с верти- калю требуемый, заранее рассчитанный угол (рис.11.18, б). Таким об- разом, при плановом фотографировании снимается участок местности, находящийся непосредственно под самолетом, а при перспективном – главным образом участки, лежащие впереди или в стороне от самолета.

К плановым обычно относят все аэроснимки, на которых перспек- тивность изображения местности на глаз не воспринимается. Углы наклона оптической оси аэрофотоаппарата при плановом фотогафиро- вании обычно невелики. При уклонении оптической оси АФА от верти- кали в момент фотографирования на угол менее 3° расстояния между изображениями различных предметов на аэроснимке получаются уменьшенными практически в одинаковое число раз по сравнению с со-

ответствующими расстояниями на местности, т. е. по всей его площади сохраняется постоянство масштаба. Поэтому такой аэроснимок можно рассматривать как фотографический план местности и производить на нем все измерения, как на карте. На аэроснимках же, полученных при углах отклонения оптической оси АФА от вертикали на угол более 3° , постоянство масштаба не сохраняется. Эта разномасштабность аэроснимка тем значительнее, чем больше был угол наклона оптической оси АФА в момент фотографирования. Такие аэроснимки для точных измерений непригодны.

К перспективным обычно относят те аэроснимки, на которых без особого затруднения различается в изображении местности передний (крупный) и задний (мелкий) план, т. е. на глаз воспринимается перспективность изображения. На аэроснимках перспективность в изображении местности видна в том случае, когда они получены при значительных углах наклона оптической оси АФА в момент фотографирования. Так, при фотографировании аэрофотоаппаратом с фокусным расстоянием объектива 20 см угол наклона должен быть не менее $20\text{--}25^\circ$. На перспективном аэроснимке может изобразиться видимый горизонт, если угол наклона оптической оси АФА в момент фотографирования был близок к 90° .

Перспективные аэроснимки более наглядны и легче читаются, чем плановые, так как на них изображение местных предметов и рельефа получается в более привычном для наших глаз виде. Однако на перспективных аэроснимках хорошо читается только передний план, так как местность на них изображается на большую глубину, которая на аэроснимках не просматривается. Например, при высоте фотографирования 6 км расстояние от самолета до видимого с него горизонта составляет около 275 км. Кроме того, могут быть непросматриваемы пространства, закрытые различными местными предметами или складками рельефа. Производить измерения на перспективных аэроснимках очень сложно.

Масштаб воздушного фотографирования выбирается в зависимости от того, с какой подробностью необходимо получить требуемые данные о противнике или местности. Чем крупнее масштаб аэроснимка, тем больше подробностей по нему можно выявить. Однако укрупнение масштаба аэроснимков ведет к увеличению их количества и времени на их обработку. Например, увеличение масштаба фотографирования в два раза приведет при использовании одного и того же АФА к увеличению количества аэроснимков в четыре раза; следовательно, и времени на их обработку потребуется больше.

Для съемки больших по площади участков местности производят последовательное фотографирование с летящего самолета (рис. 11.19) через определенные интервалы времени с таким расчетом, чтобы каждый последующий снимок перекрывал предыдущий не менее чем на 60% – на величину продольного перекрытия. Если площадь участка настолько велика, что с одного прямолинейного полета (маршрута) всю ее сфотографировать нельзя, то съемку выполняют с нескольких параллельных маршрутов (рис. 11.20). Между снимками смежных маршрутов также должно выдерживаться перекрытие (поперечное) не менее, чем на 35–40 %.

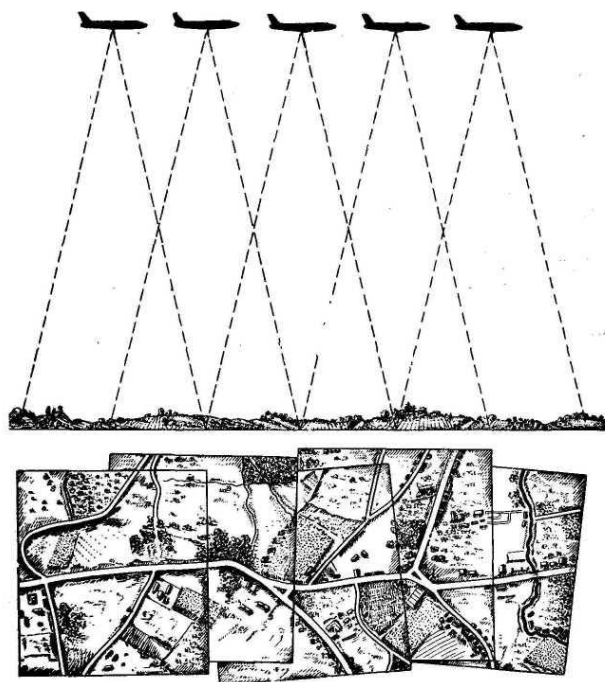


Рис. 11.19. Схема маршрутного воздушного фотографирования

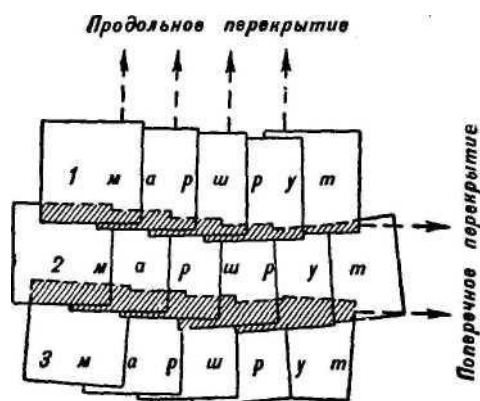


Рис. 11.20. Схема площадного воздушного фотографирования

Полученные аэроснимки должны быть привязаны к местности. Это означает, что должны быть выполнены полевые геодезические работы, в результате которых определяют координаты некоторого числа точек местности – четко опознающихся на снимках. Такие точки называются опознаками. Число и расположение их зависит от масштаба составляемого плана, последующего способа фотограмметрической обработки аэроснимков, физико-географических условий местности и т. п.

Полученные аэрофотоснимки и пространственные координаты опознаков поступают в камеральное производство для фотограмметрической обработки. По аэрофотоснимкам путем специальных измерений строят триангуляционные сети (фото-триангуляцию) с целью сгущения сети опознаков до необходимой плотности. Связь точек стереопары снимков и точек местности решается при помощи ЭВМ или сложных универсальных стереографов.

Для составления по аэрофотоснимкам оригинала топографического плана используют такие универсальные стереоприспособления, как стереопроекторы проф. Г. В. Романовского, стереографы проф. ф. В. Дробышева, а также аналогичные зарубежные приспособления. На этих приспособлениях строят стереомодель, определяют координаты отдельных точек и зарисовывая рельеф горизонталями, т. е. составляют оригинал плана или карты.

В настоящее время метод аэрофототопографической съемки является основным для составления топографических планов и карт различных масштабов.

Недостаток аэрофотосъемки – сроки получения аэрофотоматериалов после их проявки и сканирования сопоставимы со временем старения карт.

4.3. Сущность космической фотограмметрической съемки

Запуск первого в мире советского искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г. и первый космический полет летчика-космонавта Ю. А. Гагарина положили начало исследованиям Земли и планет Солнечной системы из космического пространства.

Основной продукт космического мониторинга – *снимок*, т.е. двумерное изображение, полученное в результате дистанционной регистрации техническими средствами собственного или отраженного излучения и предназначенное для обнаружения, качественного и количественного изучения объектов, явлений и процессов путем дешифрирования, измерения и картографирования. Свойства космических снимков:

- большая обзорность,
- генерализованность изображения,

- комплексное отображение всех компонентов геосферы,
- регулярная повторяемость через определенные интервалы времени,
- оперативность поступления информации,
- возможность ее получения для объектов, недоступных изучению другими средствами.

Генерализация изображения на космических снимках включает геометрическое и тоновое обобщение рисунка изображения, в результате чего изображение многих черт земной поверхности на снимках освобождается от частных особенностей. В то же время разрозненные детали объединяются в единое целое, поэтому более четко выступают объекты высших таксономических уровней, крупные региональные и глобальные структуры, зональные и планетарные закономерности. Влияние генерализации изображения на дешифрируемость космических снимков двойственное. Сильно обобщенное изображение уменьшает возможность детального изучения снимка, в частности, влечет ошибки дешифрирования. Однако в других ситуациях обобщенность изображения космических снимков становится их достоинством. Это свойство позволяет использовать их для составления тематических карт в средних и мелких масштабах без трудоемкого детального многоступенчатого перехода от крупных масштабов карт к мелким, что обеспечивает экономию времени и средств. Кроме того, на космических снимках выявляются важные объекты, скрытые на снимках более крупных масштабов².

Космические снимки можно классифицировать по разным признакам (рис. 11.21): в зависимости от выбора регистрируемых излучательных и отражательных характеристик, что определяется спектральным диапазоном съемки; от технологии получения изображений и передачи их на Землю, во многом обуславливающей качество снимков; от параметров орбиты космического носителя и съемочной аппаратуры, определяющих масштаб съемки, обзорность, разрешение снимков и т. п.

² Кравцов В.И. Космические методы картографирования/ Под ред. Ю.Ф. Книжникова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. –240 с.

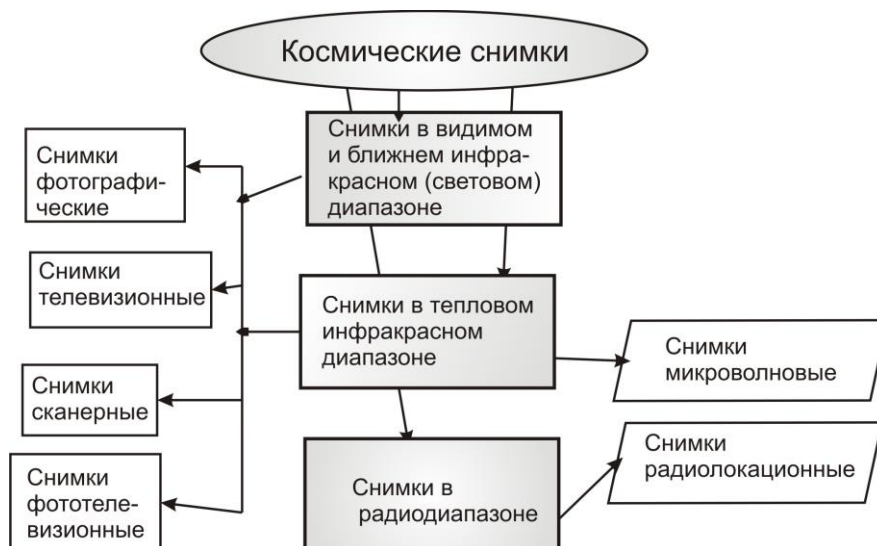


Рис. 11.21. Виды космических снимков по технологии получения изображения

По обзорности (площадному охвату территории одним снимком) снимки подразделяют на: глобальные (охватывающие освещенную часть планеты), региональные (изображающие части материков или крупные регионы), локальные (изображающие части регионов).

По пространственному разрешению (минимальной линейной величине регистрируемых объектов) снимки разделяют на группы от очень низкого до сверхвысокого разрешения.

По детальности изображения, определяемой размерами элементов изображения и их количеством на единицу площади, выделяют снимки малой, средней, большой и очень большой детальности.

По повторяемости съемки снимки подразделяются на снятые через несколько минут, часов, суток, лет. Бывают и разовые съемки.

Особенности космических снимков привели к разработке особых методов фотограмметрической обработки их с целью создания карт.

В наши дни космические снимки Земли, получаемые с искусственных спутников, и результаты их фотограмметрической обработки широко применяются для решения практических задач в различных областях народного хозяйства и в научных исследованиях (рис. 11.21-11.23). Геология, океанология, метеорология, сельское и лесное хозяйство, охрана природной среды – вот далеко не полный перечень областей применения снимков Земли из космоса в нашей стране.

Большое значение в развитии космической фотограмметрической съемки имеют совместные исследования, выполняемые на международной основе Советским Союзом с социалистическими странами, а также с США, Францией, Индией и другими странами.

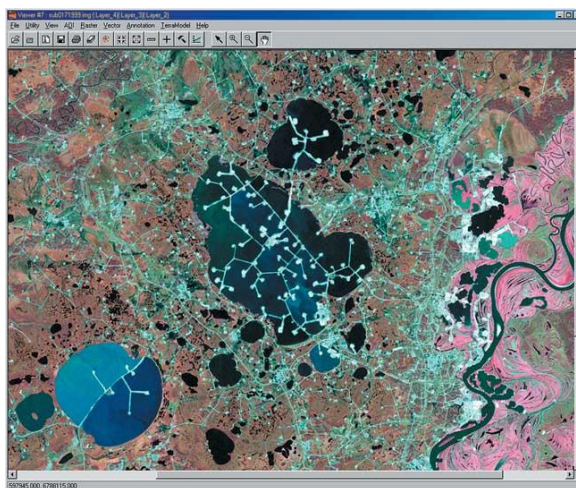


Рис. 11.22. Фрагмент снимка Landsat на территорию Самотлорского месторождения

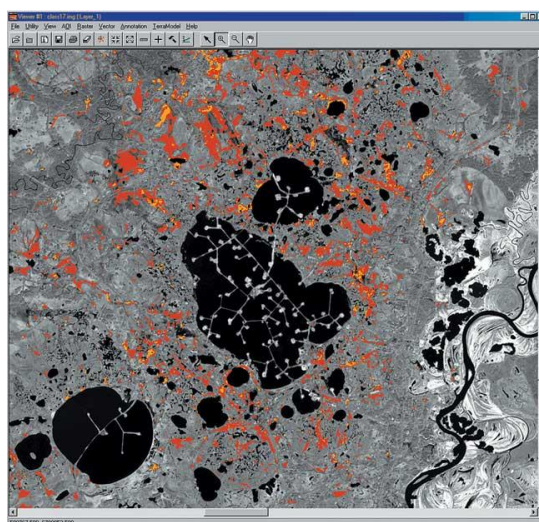


Рис. 11.23. Отдешифрированный снимок со свежими нефтяными разливами

Литература

1. Инженерная геодезия/ Учебник для вузов / Ключин Е.Б., Киселёв М.И., Михелёв Д.Ш., Фельдман В.Д; Под ред. Д.Ш. Михелёва. – М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.
2. Геодезия: учебное пособие для вузов / Поклад Г.Г., Гриднев С.П. - М. : Академический проспект, 2007. - 592 с.
3. Поклад Г.Г. Геодезия: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 304 с.
4. Инженерная геодезия: Учебник для вузов/Багратуни Г. В., Ганьшин В. И., Данилевич Б. Б. и др. 3-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1984. 344 с.

5. Основы геодезии и топографии: учебное пособие / В.М. Передерин, Н.В. Чухарева, Н.А. Антропова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 123 с.