



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ**

**Факультет городского кадастра**  
**Кафедра Аэрофотогеодезии**

**ЛЕКЦИЯ № 6**  
**ТЕМА: ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ НАЗЕМНЫХ И**  
**КОСМИЧЕСКИХ СЪЁМОК В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ,**  
**КАДАСТРАХ, МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬ, ЭКОЛОГИИ**

Разработал Левичев Олег Анатольевич  
кандидат военных наук, доцент

2019 год

## **Учебные вопросы**

- 1. Использование данных наземной съёмки для определения объёмов земляных работ при рекультивации карьеров и оврагов.**
- 2. Построение фронтальных планов зданий и сооружений по материалам наземной съёмки.**
- 3. Применение космических снимков при мониторинге недвижимости.**
- 4. Экологический мониторинг земной поверхности по материалам съёмок.**

# Первый учебный вопрос

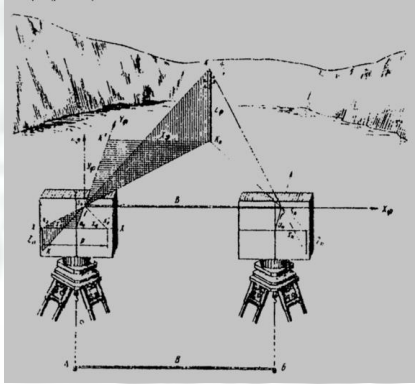
## Использование данных наземной съёмки для определения объёмов земляных работ при рекультивации карьеров и оврагов.

Наземную стереофотограмметрическую съёмку применяют и для решения нетопографических задач.



Материалы наземной стереофотосъёмки используют при составлении проекта рекультивации нарушенных земель. Технологическая схема рекультивации выработанных грунтовых карьеров предусматривает работы по выравниванию поверхности. Для выколаживания откосов с целью обеспечения допустимой крутизны склонов рассчитывают объём снятого грунта, равный объёму насыпного грунта.

Объём земляных работ определяют по снимкам стереофотограмметрическим способом. Для этого проводят периодическую фотосъёмку ведущихся выработок грунта с закреплённых на местности базисов фотографирования.



Объемы земельно-скальных работ при устройстве полок на косогорных участках местности, земельных масс в карьерах и котловинах, насыпей и плотин определяют по снимкам повторной стереофотосъёмки следующими способами:

вертикальной сетки, который применяют, когда стенка экскаваторного забоя отвесна и высота ее более 2-3 м

горизонтальной сетки, который используют при вертикальной планировке, зачистке дна котлована под проектную отметку и т.п., когда высота насыпи или выбора грунта не превышают 3-4 м

способом профилей, применяемым совместно со способом горизонтальной сетки и позволяющим определять объемы земляных работ на больших площадях.

Способы определения объемов земляных работ по материалам наземной стереофотосъёмки основаны на изменении фотограмметрических координат углов вертикальной или горизонтальной сетки, нанесенной на снимки, выполненные с закрепленных на местности точек фотографирования. По изменениям фотограмметрических координат определяют объемы получающихся в результате выработки или насыпи грунта элементарных фигур. Размеры их зависят от размеров принятой сетки, суммируя которые находят общий объем выработки.

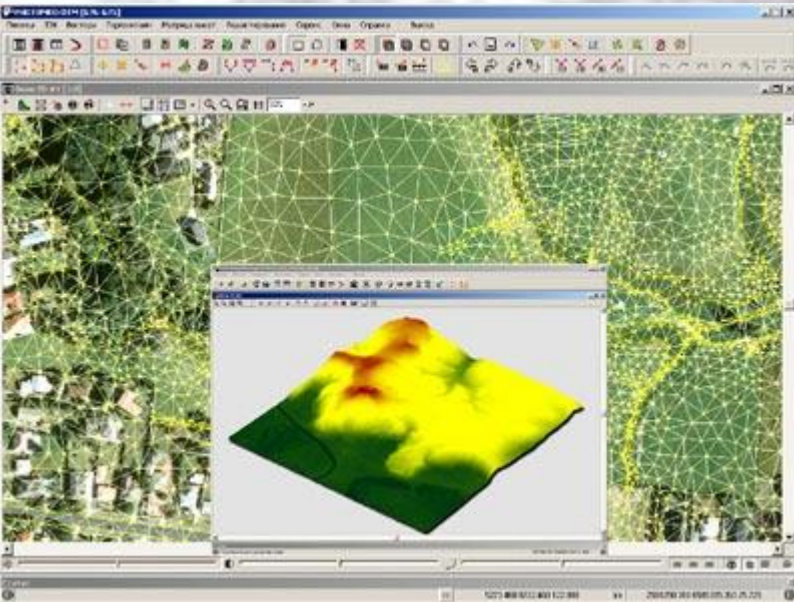
# Наиболее удобен способ использования ЦМР

Пусть с некоторого базиса было проведено  $n$  последовательных фотосъёмок с начала выработки карьера и до её окончания.

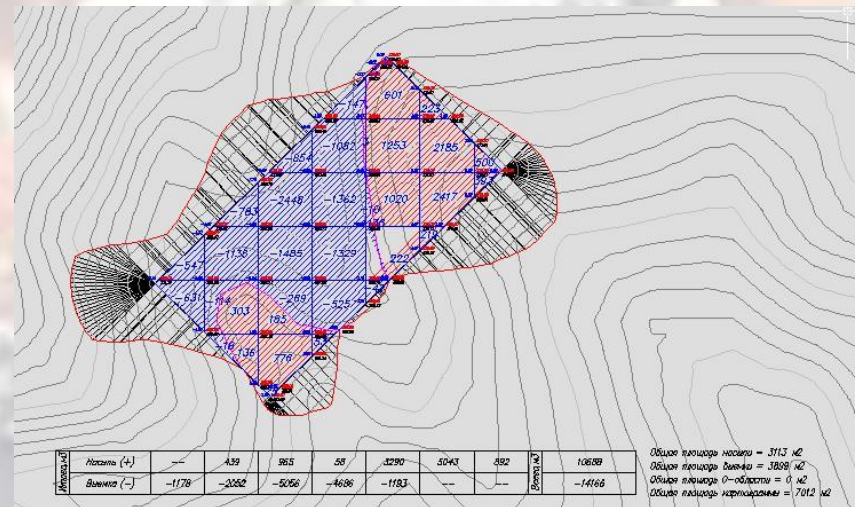


По каждой из  $n$  полученных стереопар создают цифровую модель рельефа. Таким образом, получают  $n$  моделей рельефа на интересующую территорию за некоторый временной интервал.

Высотные пикеты для построения ЦМР выбирают на характерных точках рельефа. Модель рельефа представляет собой многогранник, вершинами которого являются высотные пикеты, а гранями-треугольники.



Объём каждой ЦМР определяют численным интегрированием. Разность объёмов двух последовательных во времени ЦМР - объём земляных работ за соответствующий промежуток времени.



Наземную фотограмметрическую съемку применяют при освоении склонов с крутизной более  $5^\circ$  в районах интенсивного земледелия. На таких склонах в зависимости от их крутизны проектируют широкополосное, напашное или бульдозерное террасирование. Террасы используют для выращивания высокодоходных культур (виноград, плодовые, цитрусовые). Топографический план и профили для составления проекта террасирования склонов изготавливают наземным стереофотограмметрическим методом.



Методы наземной стереофотограмметрической съёмки используют для контроля за ходом строительства террас, составления исполнительного плана и осуществления авторского надзора. Обработывая материалы периодических наземных фотосъёмок с постоянных базисов, в случае необходимости определяют степень и скорость размыва террас.

По материалам наземной стереофотограмметрической съёмки ведут регулярное наблюдение за динамикой эрозионных процессов: скоростью роста оврагов, смещением оползней и т. п.

Для этого периодически производят наземные фотосъёмки с постоянных, закрепленных на местности базисов.

По результатам одной съёмки устанавливают ширину оврагов  $L$ , их глубину  $h$  и объем  $V$ .

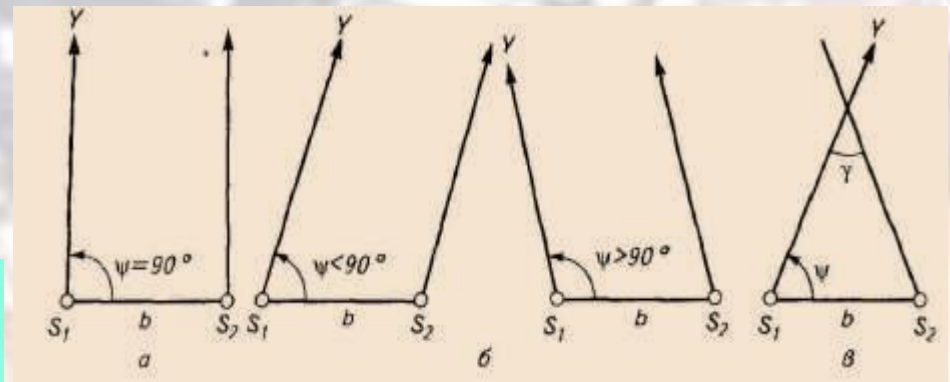
Сопоставление этих значений, полученных по результатам разновременных съёмок, дает возможность судить о динамике роста оврагов.

$$L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Ширину оврага  $L$  вычисляют как расстояние между его бровками в определенном поперечном сечении

где  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  — разности между соответствующими геодезическими координатами левой и правой бровок оврага. Геодезические координаты точек бровок вычисляют, решая системы уравнений вида:

$$\left. \begin{aligned} X^r &= X_{S_1}^r + (Y^r - Y_{S_1}^r) \frac{a_1(x_1 - x_0) + a_2 f + a_3(z_1 - z_0)}{b_1(x_1 - x_0) + b_2 f + b_3(z_1 - z_0)}, \\ Z^r &= Z_{S_1}^r + (Y^r - Y_{S_1}^r) \frac{c_1(x_1 - x_0) + c_2 f + c_3(z_1 - z_0)}{b_1(x_1 - x_0) + b_2 f + b_3(z_1 - z_0)}, \\ X^r &= X_{S_2}^r + (Y^r - Y_{S_2}^r) \frac{a'_1(x_2 - x_0) + a'_2 f + a'_3(z_2 - z_0)}{b'_1(x_2 - x_0) + b'_2 f + b'_3(z_2 - z_0)}, \\ Z^r &= Z_{S_2}^r + (Y^r - Y_{S_2}^r) \frac{c'_1(x_2 - x_0) + c'_2 f + c'_3(z_2 - z_0)}{b'_1(x_2 - x_0) + b'_2 f + b'_3(z_2 - z_0)} \end{aligned} \right\}$$



**Виды наземной стереофотосъёмки:**  
 а- нормальный; б- равноотклонённый;  
 в- конвергентный

Глубина оврага  $h$  — разность геодезических высот точек бровки  $Z^r_{\Gamma б}$  и дна оврага  $Z^r_{\Gamma д}$ , также определяемых из решения системы уравнений

Для вычисления объёма оврага строят несколько его сечений с различными интервалами  $D_i$  между ними, определяют площадь каждого поперечного сечения  $P_i$ , как площадь полигона с вершинами в основных точках перегибов его контура, а затем объём оврага по формуле

$$V = \sum_{i=1}^m \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \cdot D_i$$

Подсчёт объёмов работ по устройству котлованов

$V$  - объём, м<sup>3</sup>

$F$  - площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>

$\ell$  - длина участка, м

$m$  - коэффициент заложения откосов

$m^1$  - коэффициент заложения дна въездной траншеи

$A, B$  - стороны выемок поверху, м

$a, b$  - стороны выемок понизу, м

$B$  - ширина по дну, м

$h$  - рабочая отметка

Элементы	Схема	Расчетная формула
Участок котлована между параллельными сечениями (призматойд)		$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \ell$
Площадь сечения (трапеции)		$F = (B + mh)h$ Для прямоугольного сечения $F = bh$
Котлован со сложной конфигурацией поперечного сечения		$V = \frac{H}{6} (F_1 + F_3 + 4F_2)$



## Определение объемов земляных работ

Объемы разрабатываемого грунта измеряют кубическими метрами плотного тела. Для некоторых процессов (уплотнение поверхности, планировка и т.д.) объемы могут измеряться квадратными метрами поверхности.

Подсчет объемов разрабатываемого грунта сводится к определению объемов различных геометрических фигур. При этом допускается, что объем грунта ограничен плоскостями, отдельные неровности не влияют значительно на точность расчета.

В промышленном и гражданском строительстве приходится в основном рассчитывать объемы котлованов, траншей, выемок и насыпей при вертикальной планировке площадок.

Объем котлована

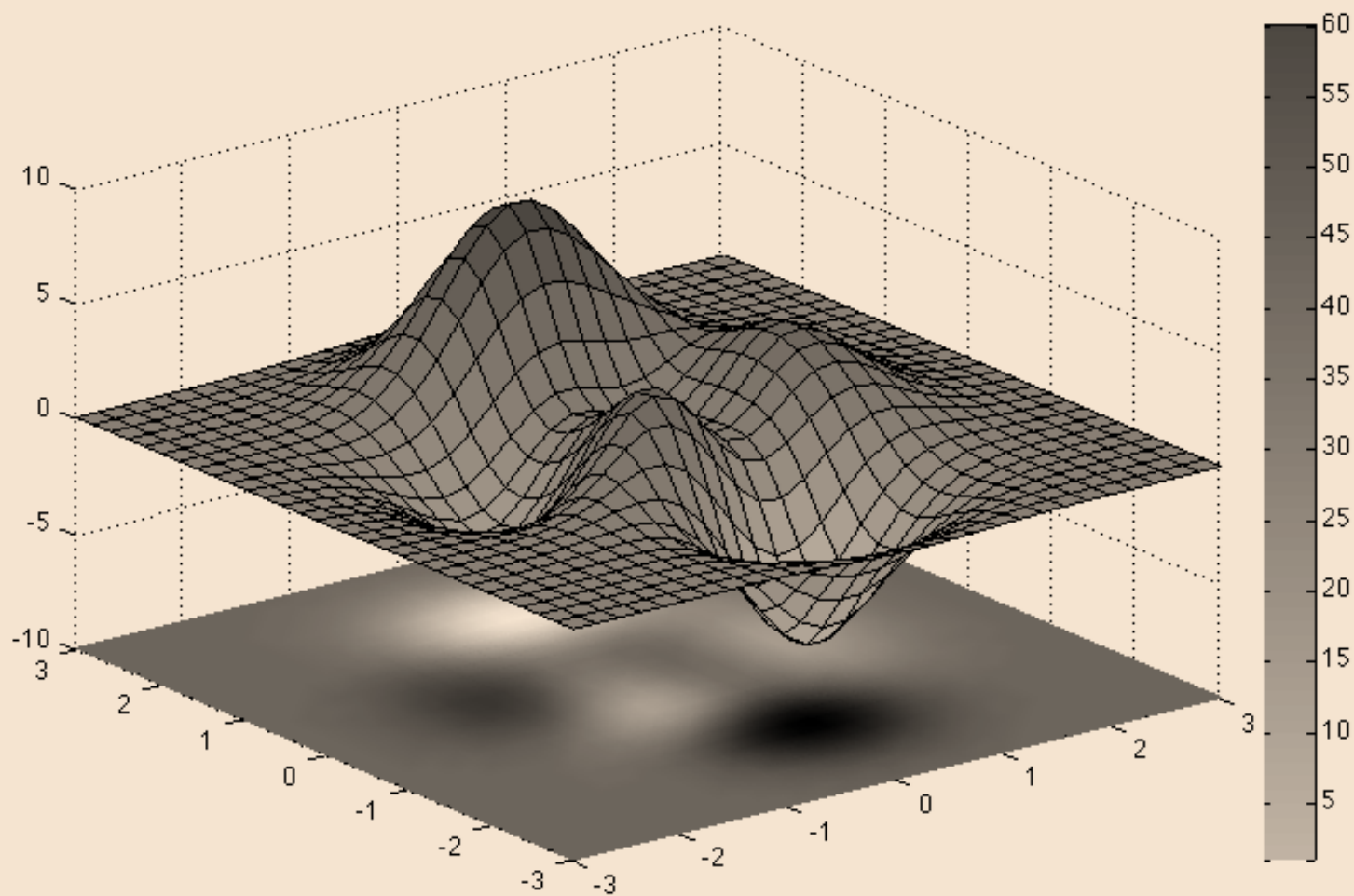
$$V = \frac{H}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1],$$

где  $H$  — глубина котлована;  $a, b$  — длины сторон котлована у основания;  $a_1, b_1$  — длины сторон котлована поверху ( $a_1 = a + 2Hm, b_1 = b + 2Hm$ ;  $m$  — коэффициент откоса).

Объем разработки грунта в траншее  $V = \frac{a + a_1}{2} \cdot H$ ,

где  $a$  = размер подушки + 2 \* 0,5,  $a_1 = a + 2Hm$

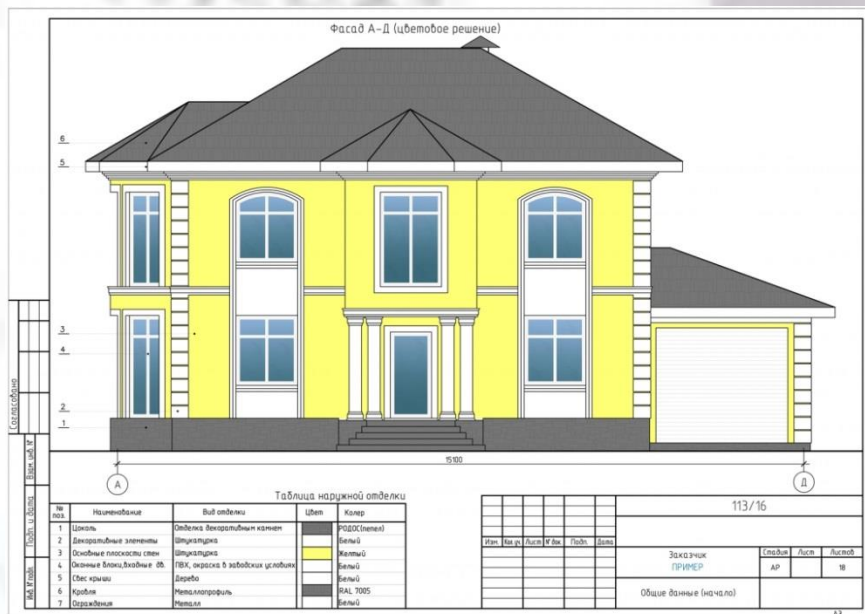
Построение поперечных сечений и вычисление их площадей удобно производить на трёхмерном визуализированном изображении — 3D-изображении.



# Второй учебный вопрос

## Построение фронтальных планов зданий и сооружений по материалам наземной съёмки.

При выполнении работ по инвентаризации сооружений, в том числе производственных комплексов АПК, а также работ, связанных с реставрационными и реконструкционными работами требуется наличие фронтальных планов фасадов (фасадных планов).



Фасадные планы служат основой для установления пространственно-геометрических параметров и взаимного положения элементов фасадов зданий и сооружений.

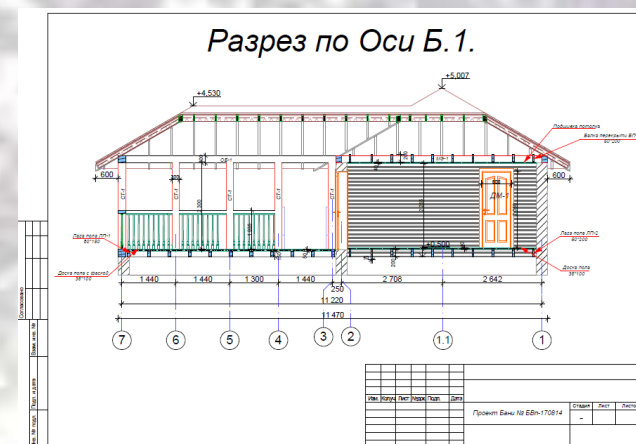
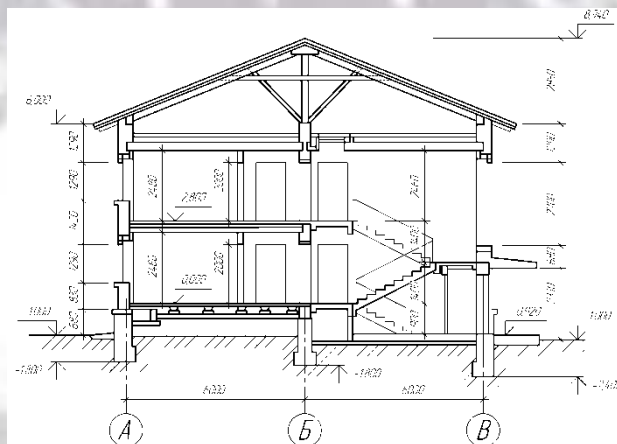
Проведение фасадной съёмки даёт полное представление о внешнем архитектурно-планировочном решении здания или сооружения. Необходимость в фасадной съёмке возникает также при разработке проектов реконструкции с изменениями внешнего вида здания; сдаче в технический надзор смонтированных элементов фасада.

## По результатам съёмки фасада создают:

трёхмерные  
цифровые модели  
фасадов

составляют  
исполнительные чертежи  
по вертикальным  
плоскостям здания

оформляют разрезы в  
необходимых плоскостях



Существуют два основных принципа создания фасадных планов

Первый - измерение самого сооружения для определения пространственного положения его элементов. Его осуществляют посредством обмерных работ, геодезических измерений с помощью теодолитов или безотражательных тахеометров, лазерного сканирования.

Второй принцип – получение пространственного положения элементов сооружения по его фотографическому изображению (модели). Для этого применяют фотограмметрический (стереофотограмметрический) метод обработки наземных снимков.

## Стереофотограмметрический метод создания фасадных планов сооружений включает в себя 4 основных этапа

расчет параметров стереофото съемки

Параметры съёмки должны обеспечить заданную точность определения геодезических координат элементов сооружения при минимальном количестве снимков (станций фотографирования).

полевые работы –  
фотографическая съёмка

Съёмку проводят калиброванной цифровой Камерой со штатива или «с руки».

создание ортофотоплана  
фасада сооружения –  
фотограмметрическая  
обработка на цифровых  
фотограмметрических станциях  
(ЦФС)

Создание ортофотоплана фасада выполняют на цифровых фотограмметрических станциях (например, отечественные ЦФС «ТАЛКА» или «ФОТОМОД»).

создание графического  
плана - преобразование  
цифрового растрового  
изображения в векторное.

Создание графического планы фасада выполняют в программном обеспечении автоматизированного проектирования AutoCAD (Автокад)

# Третий учебный вопрос

## Применение космических снимков при мониторинге недвижимости.

### Характеристика подсистем мониторинга объектов недвижимости

КА	Параметры оптико-электронной камеры						Параметры ЗУ и передачи инф.		Выходные параметры космической системы			
	f, м	d, см	Размер p, мкм		Количество p		Емкость, Гбит	Скорость, Мбит/с	Захват, км	M <sub>c</sub>	Разрешение, м	
			PAN	MS	PAN	MS					PAN	MS
<b>Существующие</b>												
IKONOS-2	10,0	70	12	48	13500	3375	80	320	11	68000	1,0	4,0
QuickBird-2	8,8	60	12	48	27568	6892	128	320	16,5	51000	0,6	2,4
OrbView-3	3,0	45	6	24	8000	2000	32	150	8	157000	1,0	4,0
EROS-B	5,0	50	7	Нет	10000	Нет	2×120	450	7	100000	0,7	Нет
Ресурс-ДК1	4,0	50	9	-	36000	-	768	300	28,3	90000	1,0	3,0
KOMPSAT-2	-	-	-	-	15000	3750	64 и 96	320	15	137000	1,0	4,0
Cartosat-2	5,6	70	7	Нет	12288	Нет	64	105	9,6	114000	0,8	Нет
WorldView-1	8,8	60	8	Нет	35000	Нет	2200	800	16,4	113000	0,5	Нет
Cartosat-2A	5,6	70	7	Нет	12288	Нет	64	105	9,6	56000	0,8	Нет
GeoEye-1	13,3	110	8	32	35000	9300	1200	740	15,2	51000	0,41	1,64
WorldView-2	13,3	110	8	32	35000	9300	2200	800	16,4	58000	0,46	1,8

Система мониторинга недвижимости в общем виде состоит из наземной, авиационной и космической подсистем. При мониторинге недвижимости каждая из подсистем обеспечивает получение определённой информации, соответствующей тематики, геометрической и смысловой точности. Решение комплексных задач может решаться при использовании комбинаций соответствующих подсистем.



Спутник ДЗЗ. Канопус-4

Космическая подсистема используется для федерального регионального мониторинга земель на территориях площадью тысяча и более квадратных километров. Подсистема состоит из:

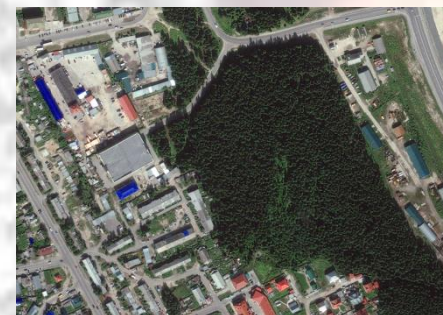
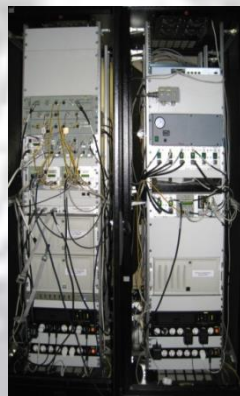
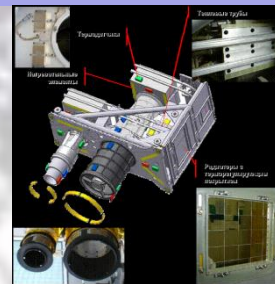
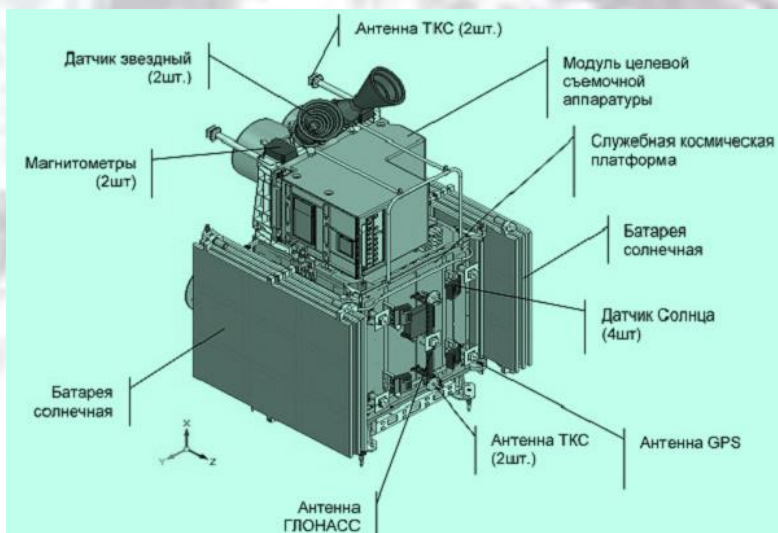
космических летательных аппаратов;

бортовой аппаратуры дистанционного зондирования;

средств передачи информации, получаемой при дистанционном зондировании;

средств приёма, регистрации и хранения информации на специальных пунктах, расположенных на Земле;

технических и программных средств отраслевой и межотраслевой обработки получаемой информации.



Авиационная подсистема используется для проведения мониторинга на региональном и локальном уровнях. Съёмки проводятся с высотных (тяжёлых), средневысотных и низколетающих (лёгких) воздушных аппаратов.

Высотные летательные аппараты: АН-30, ИЛ-20 и другие средства, применяются при съёмке достаточно больших площадей. Они оборудованы комплексами автоматического самолётовождения, использующие для навигации данные GPS аппаратуры. Самолёты подобного класса, представляют собой летающие лаборатории, на которые устанавливается комплекс различной аппаратуры дистанционного зондирования.

Например, с самолета АН-30 выполняют съёмку:

многозональной сканерной системой, обеспечивающей получение информации в цифровом виде в нескольких спектральных зонах (в том числе и тепловом интервале); радиолокационной станцией бокового обзора «Нить-С1СХ» - длина волны радиоизлучения 3см, полоса обзора земной поверхности с высот съёмки 3,5 и 6,5 км соответственно 15 и 37,5 км, масштабы радиолокационных изображений  $1:M=1:100000-500000$ ; аэрофотоаппаратами типа ТАФА-10, MRB, РС-30 и другими; лазерными съёмочными системами.





Средневысотные самолёты АН-2, АН-28, ВСХС и другие используются для проведения аэрофотосъёмки, аэровизуальных наблюдений, съёмок с использованием видеоаппаратуры.



Низколетающие летательные аппараты используются для проведения локального мониторинга земель. В настоящее время широко применяются мотодельтопланы и беспилотные дистанционно управляемые летательные аппараты (БПЛА). Например, на малом дистанционно управляемом летательном аппарате (МБПЛА) устанавливаются съёмочные системы для регистрации пассивного излучения в спектральном интервале (0,5-14 мкм). Также проводится аэрофотографирование в крупных масштабах малыми аэрофотоаппаратами типа АФА-39 или цифровыми профессиональными камерами.



Подсистема наземных наблюдений предназначена для сбора наземной информации, обеспечивающей систему мониторинга земель. Функции данной подсистемы заключаются в следующем:

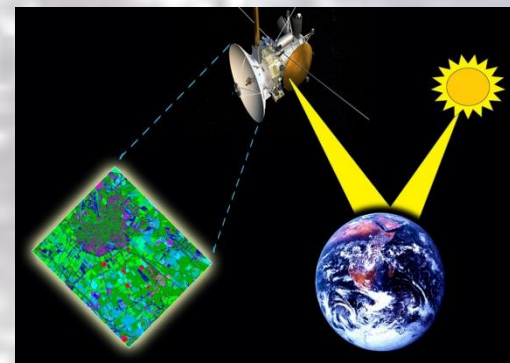
калибровка технических средств дистанционного зондирования, учёт влияний атмосферы, географическая (геодезическая) привязка материалов аэро- и космических съёмок, организация пунктов первичной обработки данных, подготовка экспресс- информации;

#### Инвентаризация и кадастровый учет



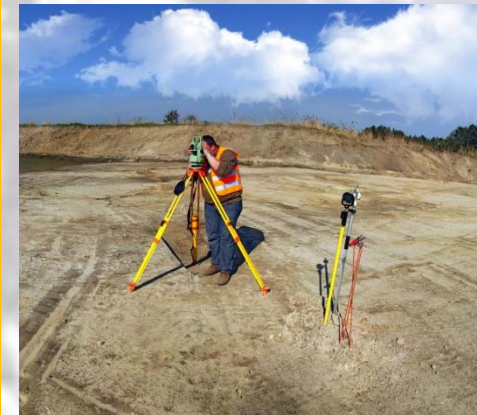
определение основных показателей и характеристик категорий земель, сбор информации о состоянии земель для решения тематических задач;

обеспечение дистанционного мониторинга земель опорной информацией для организации баз данных. Данную информацию использует при обучении интерпретационных систем (автоматизированный метод дешифрирования);



выполнение оценки дешифрирования материалов аэро- и космических съёмок

Сбор наземной информации производится непосредственно на объекте изучения (полевой способ) или в лабораторных условиях (камеральный способ). Состав показателей и методики наземных наблюдений основаны на специфике объектов мониторинга и предусматривают информационное обеспечение органов земельного кадастра и управления земельными ресурсами. Показатели определяются с учётом дальнейшей обработки материалов дистанционного зондирования и содержания необходимых тематических сведений для земельно-кадастровой службы.

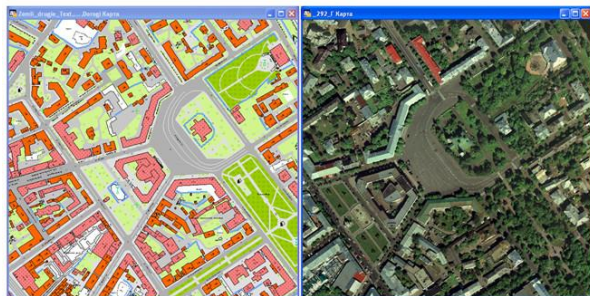


Наземные наблюдения проводятся на тестовых участках, соответственно локального, регионального и федерального значения. Основным критерием выбора тестового участка (полигона) является представительность (репрезентативность) объектов, гарантирующая достоверность получаемой информации. Тестовые участки выбираются на основании изучения многолетних статистических данных: климатических показателей, категорий земель и состояний земельного фонда, наличия и интенсивности эрозии, заболачивания, засоления, загрязнения почв, размещения транспортных и промышленных предприятий, состояния водных объектов и т.п. Район, располагающий группой представительных тестовых участков, определяется как базовый.

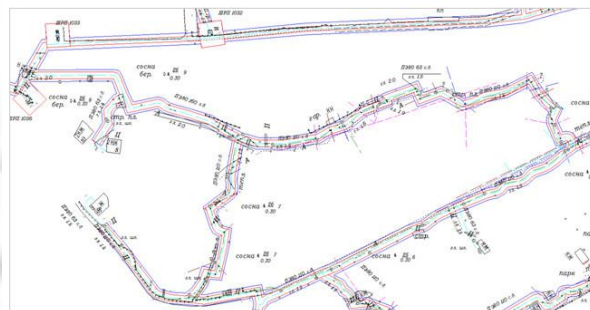
## Общие вопросы технологии мониторинга недвижимости дистанционными методами

Методика мониторинга земель может быть представлена в виде определённых последовательных действий отвечающих смыслу понятия «мониторинг» - периодическое, с некоторым временным интервалом, получение информации об изучаемом объекте или явлении, анализе и прогнозировании его развития. Полученные данные учитывают при разработке управленческих и технических мероприятий.

Проведение мониторинга земель включает несколько укрупнённых процессов, обеспечивающих получение необходимой информации:



Цифровая карта города масштаба 1:2000 и фрагмент ортофотоплана



Топографическая съёмка объекта землеустройства – охранная зона газопровода

разработка общей стратегии исследования

сбор фондового материала

выбор программного и технического комплекса

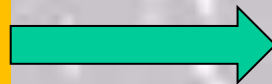
получение периодических материалов дистанционного зондирования

сравнение, анализ и прогнозирование изучаемых объектов и явлений

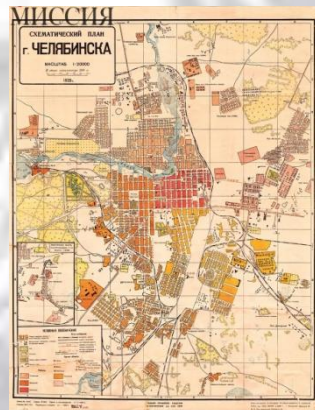
разработка общей стратегии исследования



На район изучения производится подбор всех фондовых материалов, включая, материалы аэро- и космических съёмок прошлых лет, планово-картографический материал, результаты обследований территории, статистический материал и т.п



На основе анализа фондовых данных выявляется динамика изменений объекта исследования, что позволяет определить оптимальную периодичность проведения съёмок.



## Иерархический уровень мониторинга

федеральный

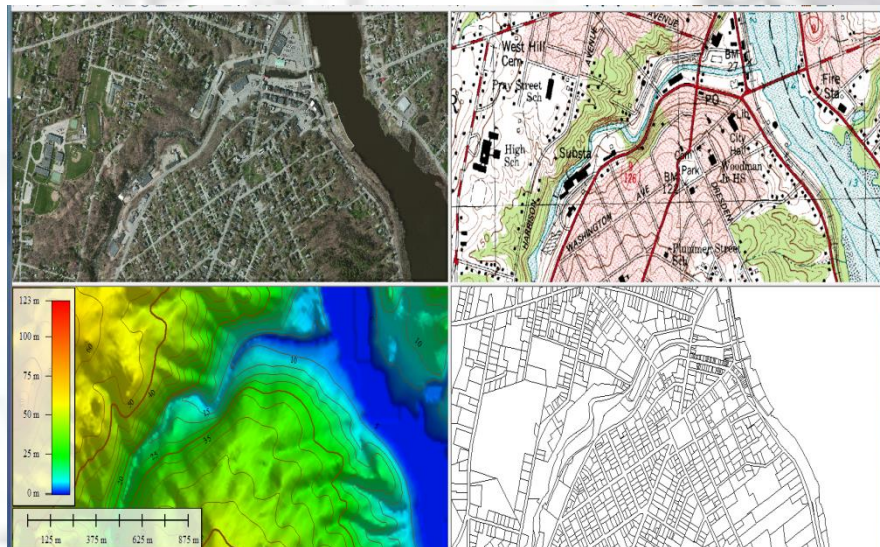
региональный

локальный

предъявляет требования к точности и генерализации конечной информации

Задачи, решаемые при мониторинге земель, относятся к разряду создания различных тематических информационных слоев, т.е. созданию информационной земельнокадастровой базы данных.

# Основные операции и их содержание на различных этапах мониторинга земель



Этапы технологической схемы мониторинга	Основные операции	Содержание операций
Подготовительный этап	Разработка основных технологических циклов	Оценка состояния и динамики изменения категорий земель. Выбор условий проведения съёмки, типа и параметров съёмочных систем
Проведение аэро- и космических наземных съёмки	Получение двух-, трёх-Мерных изображений, результатов измерений	Первичная обработка результатов съёмки.
Наземное обеспечение Дистанционного мониторинга	Выбор тестовых участков	Получение количественных характеристик категорий земель
Получение метрической И смысловой информации	Ввод растровых и векторных изображений фотограмметрическая обработка, дешифрирование изображений	Трансформирование изображений в заданную проекцию, получение семантической информации
Сопоставление Фондовых И новых данных	Сравнение растровых, Векторных изображений И данных наземных наблюдений. Количественная Оценка связи метрической информации и данных наземных наблюдений	Синтезирование разновременной информации. Выявление изменений метрических и качественных характеристик, правового положения земель. Статистический анализ взаимосвязи наземных и дистанционных данных
Формирование выходных Данных и документов	Вывод цифровых моделей Местности Электронных Ортофото-Планов, геоинформационных слоёв, текстовых, Табличных и графических материалов; Формирование базы данных	Хранение разновременной Информации Тиражирование электронных и твёрдых копий

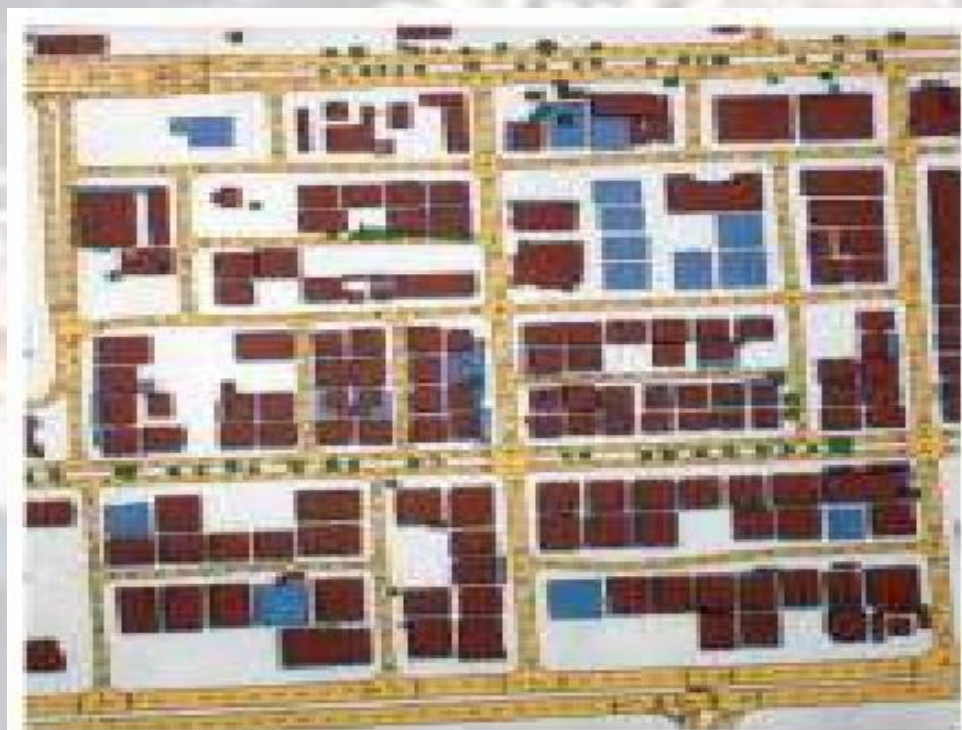
## Мониторинг изменений линейных и площадных объектов

Для выявления изменений линейных и площадных параметров объектов при мониторинге земель дистанционными методами используют снимки новой аэросъёмки. Новые снимки сравниваются с базовыми материалами визуальным или автоматическим методами, в результате чего выявляют произошедшие изменения. В настоящее время метод автоматического сравнения базируется на применении технологий совмещения различных исходных материалов, представленных в цифровом виде. В практике используются следующие варианты совмещений разновременной информации.

Первый вариант – трансформирование изображения нового снимка в базовый снимок.

Второй вариант - совмещение старого и нового планово-картографического материала.

Третий вариант - совмещение старого плана с дешифрованным изображением нового снимка.



# Четвёртый учебный вопрос

## Экологический мониторинг земной поверхности по материалам съёмок.

**Экологический мониторинг** -- информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Система **экологического мониторинга** должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию: о состоянии окружающей среды; о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (т.е. об источниках и факторах воздействия); о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом; о существующих резервах биосферы.

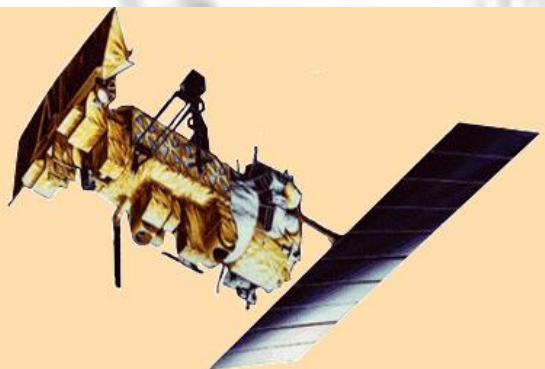


Рис. 1. Метеорологический спутник "NOAA POES" [79].

Для космического экологического мониторинга целесообразно ориентироваться прежде всего на полярно-орбитальные метеорологические спутники, как на отечественные аппараты (спутники типа «Метеор», «Океан»), так и на американские спутники серии NOAA.



Рис. 2  
Метеорологический спутник «Метеор2»



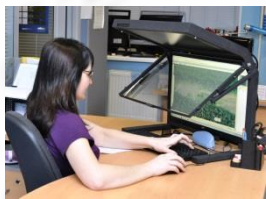
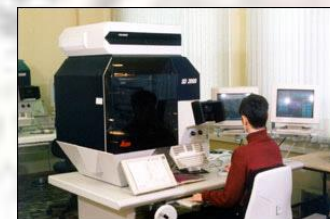
# Достоинства методов дистанционного зондирования заключаются в следующем:

возможность в короткие сроки получить информацию о большой территории Земли;



высокая оперативность получения данных, и, следовательно, актуальность данных на момент съёмки (короткое время между моментом зондирования и моментом получения данных пользователем, особенно это важно при наблюдении за чрезвычайными ситуациями);

высокая точность обработки данных за счёт применения технологий глобального позиционирования и компьютерной обработки данных;



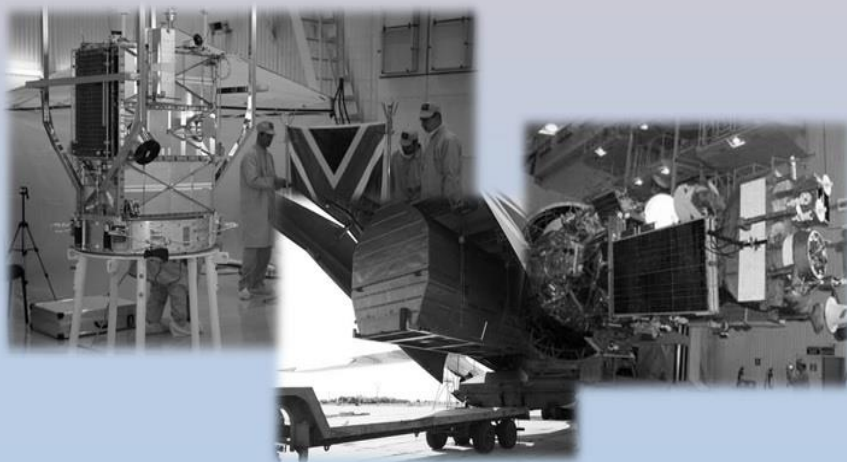
высокая информативность (содержание большего количества информации на снимках по сравнению с картами);

выполнение съёмки в разных зонах спектра позволяет идентифицировать природные объекты с высокой степенью детальности;



возможность получения трёхмерной модели местности.

# ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



«Метеор-М» № 1  
запущен 17 сентября 2009 года с космодрома «Байконур»  
«Метеор-М» № 2  
запущен 08 июля 2014 года с космодрома «Байконур»

## Общие характеристики

- периодичность: от 1 до 3 суток;
- основной режим ориентации: трехосный – Земля-Курс;
- среднеквадратическая погрешность ориентации: по осям X,Y – не более 10', по осям Z – не более 15';
- энергообеспечение: среднесуточное – до 1000 Вт, максимальное в течение 10 минут – до 1350 Вт;
- срок активного существования: 5-7 лет

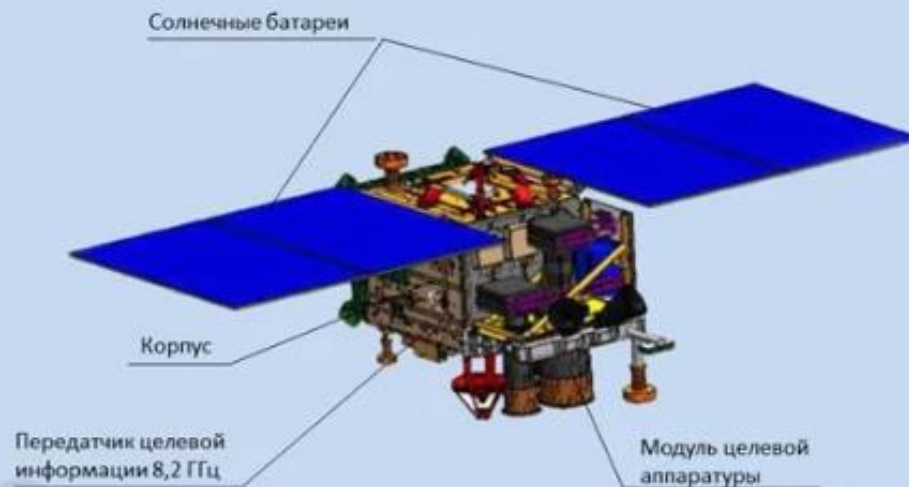
## Состав КА «Метеор-М» № 1, 2

Полезной нагрузкой является бортовой информационный комплекс (БИК) и средства, позволяющие решать целевые задачи, поставленные перед КА.

В состав БИК входят:

- многозональное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР);
- бортовой радиолокационный комплекс «Северянин-М»;
- комплекс многозональной спутниковой съемки (КМСС) среднего разрешения;
- модуль температурного и влажностного контроля атмосферы (МТВЗА-ГЯ);
- инфракрасный Фурье-спектрометр температурного и влажностного зондирования (ИКФС-2) - для КА «Метеор-М» № 2;
- СВЧ-радиометр;
- гелиофизический аппаратный комплекс (ГГАК-М);
- бортовая информационная система БИС-М с радиолиниями ДМ и СМ-диапазона;
- бортовая информационная система БИС-МВ с радиолинией М-диапазона;
- бортовой радиокомплекс (БРК) системы сбора и передачи данных (ССПД)

# ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



## «Канопус-В» № 1

запущен 22 июля 2012 года с космодрома «Байконур»

*«Канопус-В» № 1 – космический аппарат оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций*

### Общие характеристики

- минимальный угол Солнца над горизонтом: 10 угл. град;
- период обращения: 94,8 мин;
- точность ориентации: 5 угл. мин;
- точность стабилизации: 0,001 град/с;
- время перенацеливания : 2 мин;
- периодичность съемки: от 3-х до 16-ти суток;
- режим съемки: маршрутная;
- масса космического аппарата (с полезной нагрузкой): 465 кг;
- возможность программных разворотов вокруг осей рыскания и тангажа: имеется;
- среднепитомая мощность СЭС (в конце САС 5 лет): 300 Вт;
- кратковременная перегрузка СЭС (не более 10 мин): 680 Вт;
- срок активного существования: не менее 5 лет

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Впервые российские данные ДЗЗ содержат RPC-полиномы – инструмент для повышения точности изображения и ускорения процесса обработки данных



Международный аэропорт Пекин (Китай)  
Снимок получен КА «Канопус-В» №5  
14.01.2019

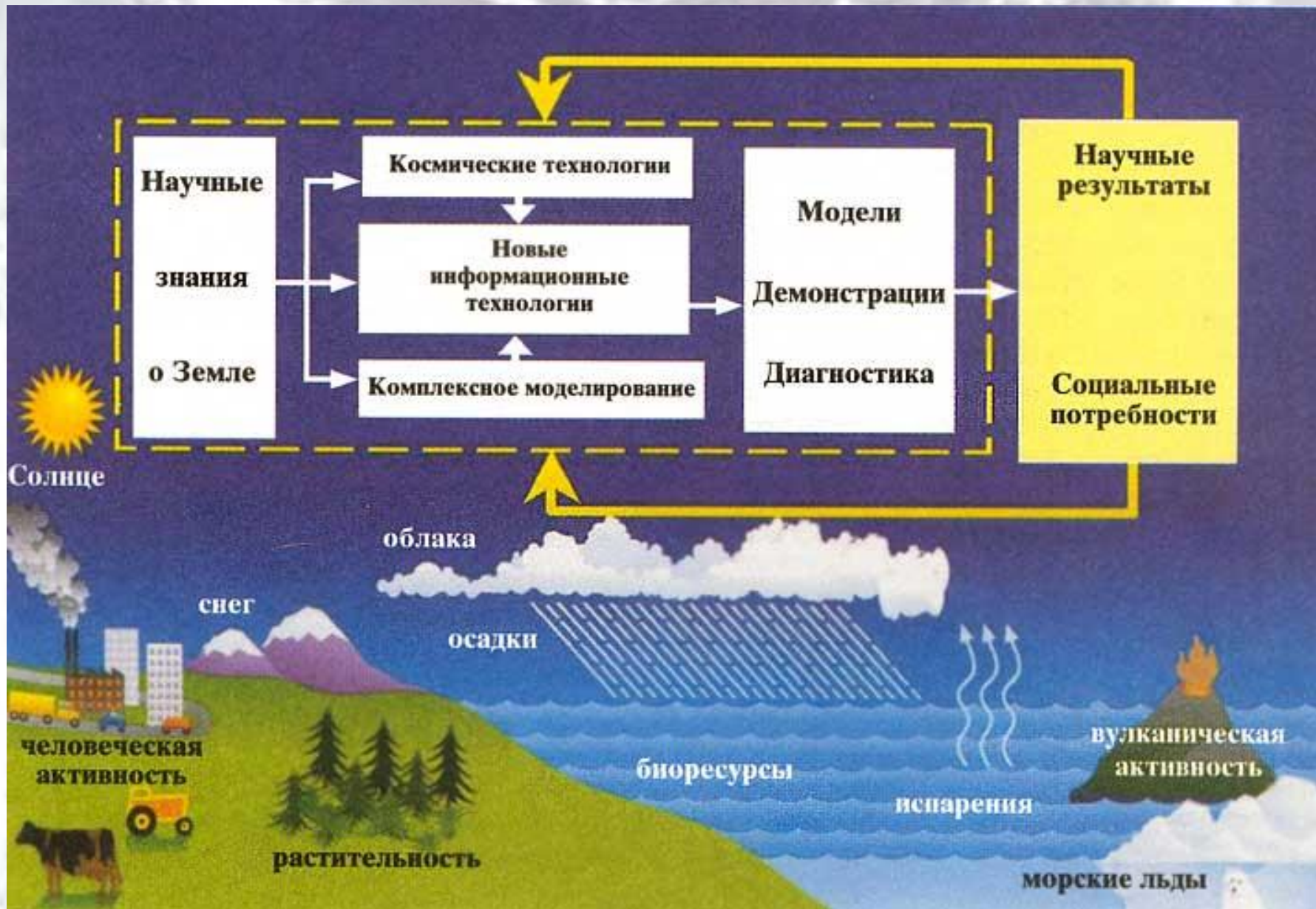


Схема научно-технической поддержки спутниковой системы мониторинга окружающей среды

## Методы обработки спутниковых данных

Прежде чем данные дистанционного зондирования становятся информацией, исходные изображения должны пройти несколько стадий обработки. В общем случае выполняет: предварительную и вторичную (тематическую) обработку.



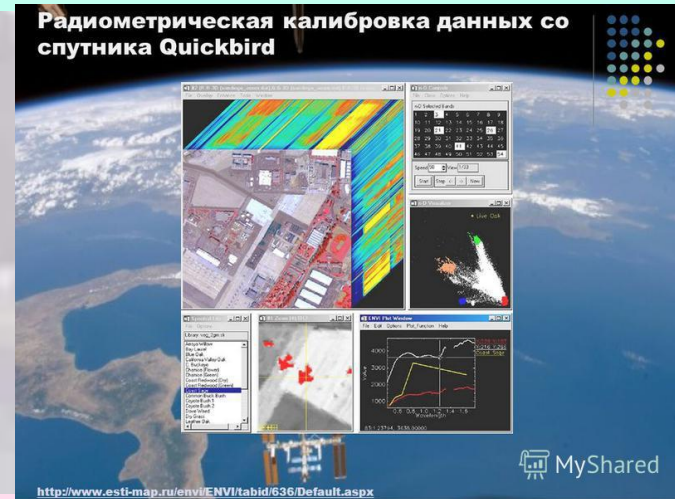
Исходная информация, регистрируемая наземным приемным центром, представляет собой сигнал, поступающий со спутника в виде битовой последовательности, содержащий не только результаты съемки Земли, но и служебную информацию о движении и ориентации космического аппарата, режимах работы съемочной аппаратуры и др.

После приема спутниковых данных выполняют необходимые декодирующие и корректирующие операции, и в частности преобразовывают данные (с учетом калибровок), переданных с КА. Тем самым исходный сигнал преобразуется непосредственно в изображение или космический снимок, сохраняется в форматах, удобных для последующих видов обработки.

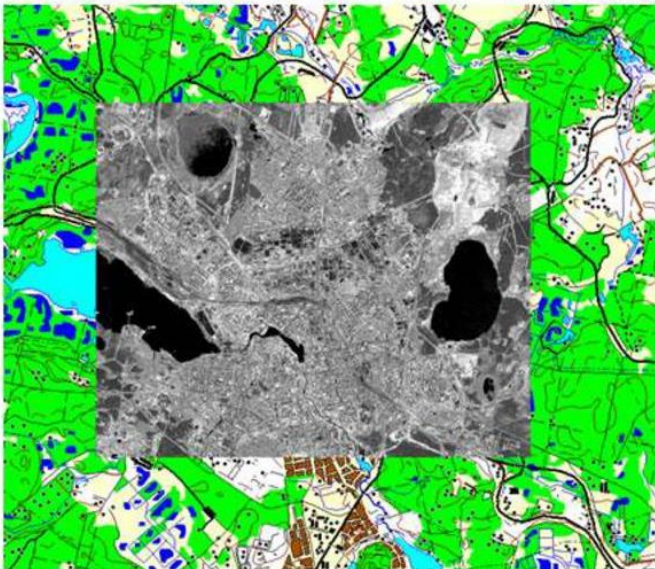


Следующим этапом является предварительная обработка, цель которой коррекция космических изображений для достижения как можно более правдоподобного отображения земной поверхности. Она включает в себя радиометрическую калибровку, геометрическую коррекцию и представление изображения в необходимой географической проекции (геокодирование).

*Радиометрическая калибровка* позволяет учесть ряд факторов, влияющих на качество формирования изображения, связанных в частности с влиянием атмосферы на пропускание излучения различных участков спектрального диапазона и искажениями, вносимыми датчиками и устройствами приема и передачи данных.



### Геокоррекция с использованием полиномиального преобразования



*Геометрическая коррекция* предназначена для устранения искажений, вызванных кривизной и вращением Земли, а также углом наклона орбиты спутника к плоскости экватора. Геометрические искажения снимков, вызванные кривизной поверхности Земли, получаются в результате того, что точки сканируемой местности не лежат в одной плоскости и наблюдение ведется не в надире, а под углом к поверхности земли. Поэтому при удалении от центральной линии сканирования искажение формы и размера объектов увеличивается. Этим типом искажения можно пренебречь, если угол обзора датчика невелик.

Тематическая обработка включает цифровой анализ изображений с применением разных математических методов. Один из распространенных подходов это классификация - тематическая обработка, которая позволяет производить автоматизированное разбиение снимков на однородные по какому-либо критерию области (классы объектов). Получающееся при этом изображение называется тематической картой. Поскольку обычно выделяют содержательно интерпретируемые классы объектов, то классификацию можно рассматривать как процедуру автоматизированного дешифрирования ДДЗ.

Навигация Инструменты Карта Аналитика

Слой Аналитика

Свойства

Дата: 10-10-2010  
 Тип: Свалки  
 Площадь, га: 0.1  
 Категория: Строительный мусор (несанкционированная)  
 Фото:

Объекты

Источники загрязнений

Дата	Тип	Площадь, га	Категория
10-10-2010	Свалки	0.03	ТБО (несанкционирован...
10-10-2010	Свалки	0.03	ТБО (несанкционирован...
10-10-2010	Свалки	0.08	ТБО (несанкционирован...
10-10-2010	Свалки	0.02	ТБО (несанкционирован...
10-10-2010	Свалки	0.33	ТБО (несанкционирован...
10-10-2010	Свалки	0.1	Строительный мусор (не...
10-10-2010	Свалки	0.04	Строительный мусор (не...
10-10-2010	Свалки	0.56	ТБО (несанкционирован...

Паспорт

Навигация Инструменты Карта Аналитика

Слой Аналитика

Свойства

Категория: ТБО (несанкционированная)  
 Дата: 18-09-2010  
 Тип: Свалки  
 Площадь, га: 0.02  
 Фото:

Объекты

Источники загрязнений

Категория	Дата	Тип	Площадь, га
Строительный...	18-09-2010	Свалки	0.05
ТБО (несанкци...	18-09-2010	Свалки	0.01
Строительный...	18-09-2010	Свалки	0.02
ТБО (несанкци...	18-09-2010	Свалки	0
ТБО (несанкци...	18-09-2010	Свалки	0.02
ТБО (несанкци...	18-09-2010	Свалки	0
ТБО (несанкци...	18-09-2010	Свалки	0.02
ТБО (несанкци...	18-09-2010	Свалки	0.04

Паспорт



# Вопросы на самостоятельную работу

1. Что общего и в чем различие в стереофотограмметрической обработке наземных и аэрофотоснимков?
2. Как объяснить требования к выбору местоположения станций фотографирования?
3. Нужны ли опорные точки при стереофотограмметрической обработке наземных снимков с известными элементами внешнего ориентирования?
4. Какие задачи решают при дистанционном экологическом мониторинге земель?
5. Какие особенности имеет методология дистанционного экологического мониторинга?
6. Каковы задачи мониторинга земель дистанционными методами?
7. Что представляют собой снимки –эталоны при дешифрировании?
8. Какая точность нанесения границ неизобразившихся объектов (точность досъёмки)?
9. Изменится ли дешифрируемость границ объектов при изменении контраста изображения?

## Литература

1. Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. «Научные основы фотограмметрии и дистанционного зондирования». Научно-методическое пособие, электронная версия, 2013.
2. Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. «Фотограмметрия и дистанционное зондирование», М. Академпроект, 2016 г.
3. Лобанов А.Н. Фотограмметрия. М. Недра.1984.