

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени К.И. САТПАЕВА

Маркшейдерское дело и геодезия  
(кафедра)

## **АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СЪЁМКИ** (ДИСЦИПЛИНА)

Лекция

**КОСМИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ  
РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ. ОБЗОР ПРОГРАММ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА.**

**к.т.н., доцент Рысбеков К.Б.**

○ План лекции:

1. Общие сведения.
2. Метеорологические системы ДЗЗ.
3. Природоресурсные системы ДЗЗ.
4. Океанографические и атмосферные системы ДЗЗ.
5. Программа “LANDSAT”.
6. Аппаратура дистанционного зондирования земли программы “LANDSAT”.



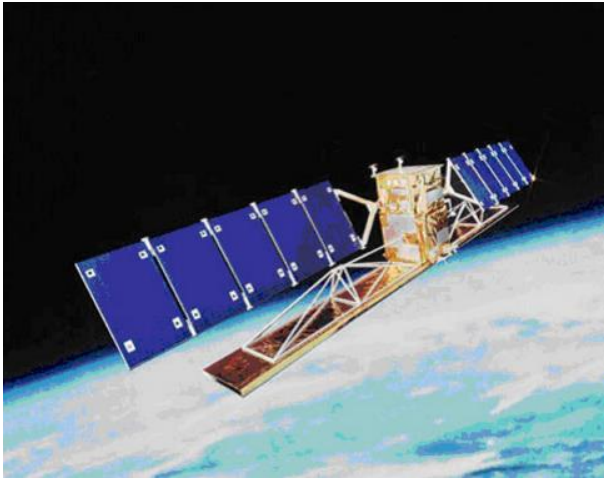
## Общие сведения

Обширный спектр применения данных ДЗЗ из космоса обуславливает достаточно большое число специальных программ космических съемок различной аппаратурой. Расширению числа программ и стран их осуществляющих, способствовало открытие свободного коммерческого доступа к материалам ДЗЗ всех уровней пространственного разрешения, развитие компьютерных технологий их обработки и интерпретации.

По целевому назначению программы можно классифицировать условно на четыре основные группы:



## Метеорологические системы ДЗЗ



США (система NOAA)

*Метеорологическая система* на базе полярноорбитальных космических аппаратов серии Noaa используется Национальным управлением по исследованию океана и атмосферы (NOAA) при решении задач, связанных с прогнозированием погоды, а также для получения информации дистанционного зондирования в интересах сельского и лесного хозяйства, климатологии и океанографии, мониторинга состояния окружающей среды, при изучении околоземного космического пространства, озонового слоя и содержания аэрозолей в атмосфере, при съемке снежного и ледового покровов Земли.



## Природоресурсные системы ДЗЗ

Природо - ресурсные системы, наиболее активно развивающиеся программы. Свои программы в этом направлении имеют: Европейское космическое агентство (система ERS, ENVISAT), Япония (JERS, ALOS, ADEOS), Бразилия (MECB), Китай (CBERS), Канада (RADARSAT).



- ❑ ESA operates the *ALOS Data European Node (ADEN)* and provides data to European/African/Middle-East users.
- ❑ ALOS satellite is currently in post-routine operations after its 3 years nominal lifetime.
- ❑ JAXA estimates to be able operating ALOS until 2013/14 (propellant for 5 years from now).

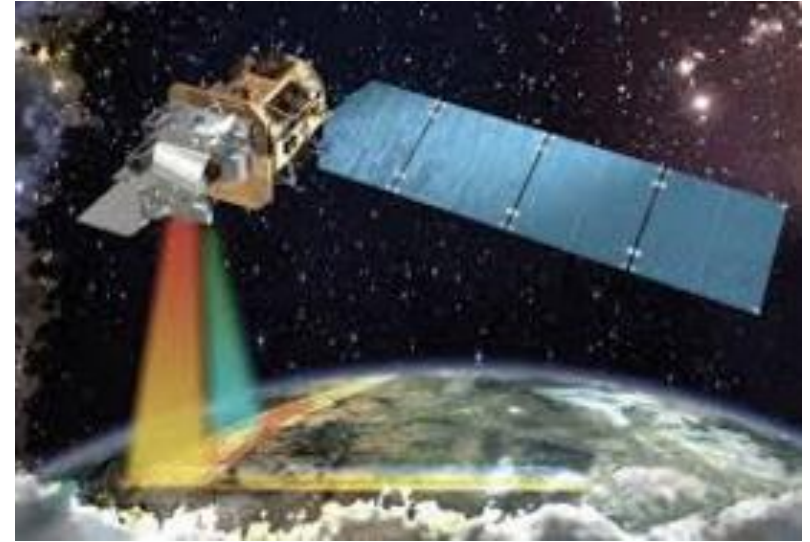
## Океанографические и атмосферные системы ДЗЗ

Системы ДЗЗ по изучению океанов и атмосферы имеют Япония (ИСЗ серии “MOS”), США (Sea Star), Россия (Океан-О), Франция (Torex/Poseidon), США (Uars, Toms-EPTRMM- совместно с Японией), Швеция (ODIN).



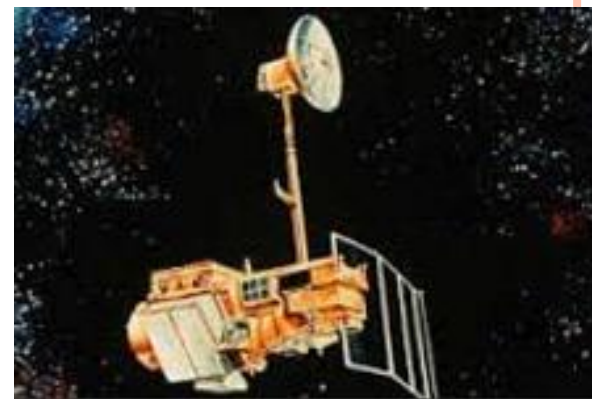
## ПРОГРАММА “LANDSAT”

Программа “LANDSAT”, по изучению природных ресурсов Земли *создавалась и эксплуатировалась первоначально национальным агентством по авиации и исследованию космического пространства США “NASA”* (National Aeronautics and Space Administration). С 1983 года система была передана национальному управлению, по исследованию океанов и атмосферы “NOAA” (National Aeronautics and Space Administration), а в 1985 году, частной фирме “Space Imaging EOSAT” (Earth observation Satellite) с целью коммерциализации данных ДЗЗ. В связи со значительными расходами на содержание и эксплуатацию системы с 1989 года, возобновлено государственное финансирование программы и участие в ней “NASA” и “NOAA”.



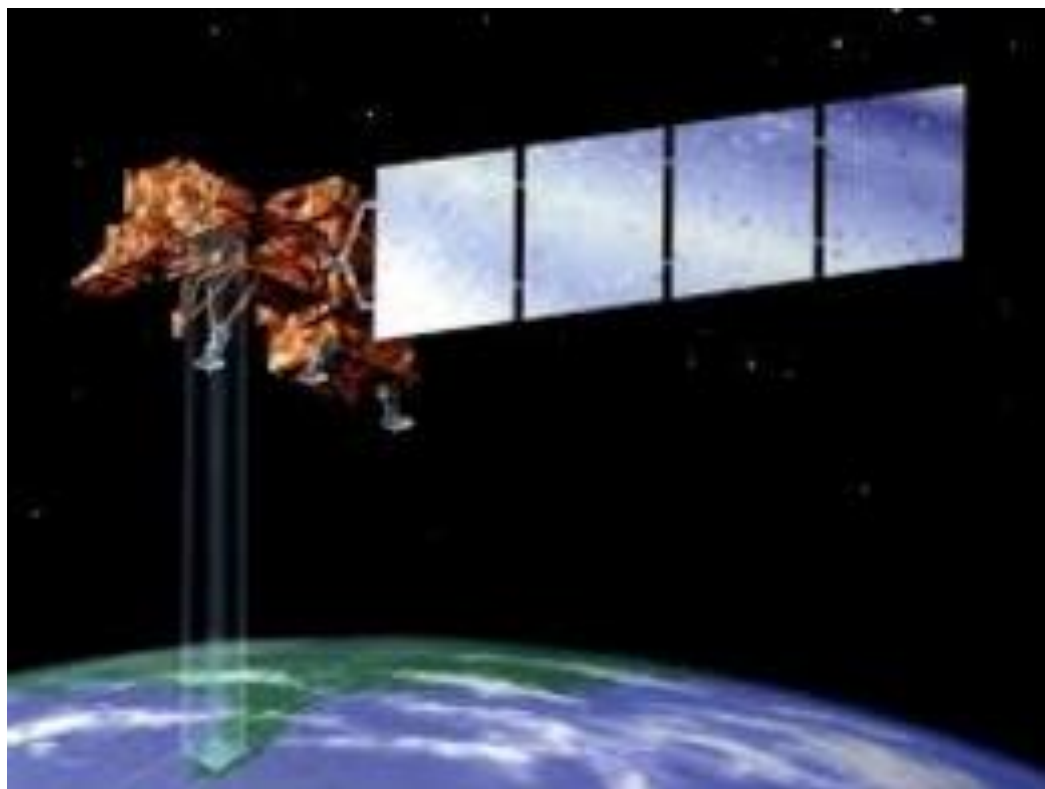
ИСЗ второго поколения “Landsat-4” был выведен 16 июля 1982 года на круговую солнечно - синхронную орбиту высотой 705 км с наклоном  $98,2^\circ$  и периодом обращения 99 минут. Местное время пересечения спутником плоскости экватора равнялось 9 часов 45 минут, цикличность съемки составляла 16 суток (через 233 витка). Межвитковое смещение трассы на экваторе составляло 2760 км. Более низкая орбита была выбрана для увеличения пространственного разрешения получаемых изображений до 30 метров.

Спутник был оснащен вторым, более совершенным прибором оптико-механического сканирования, вместо телевизионной камеры. Аппаратура спутника многократно выходила из строя, его работоспособность была восстановлена в октябре 1987 года, за счет задействования резервной линии передачи данных X-диапазона. Передача изображений была прекращена в июле 1993 года.





Запуск очередного спутника системы “Landsat-5” был осуществлён 1 марта 1984 года на орбиту, совпадающую с орбитой предыдущего спутника. Изготавливался он в качестве резервного экземпляра ИСЗ, затем был модернизирован с учётом неисправностей, возникших на борту последнего. В 1987 году на спутнике вышла из строя система передач данных в Ku - диапазоне частот. Передача информации со сканеров “TM” и “MSS” осуществляется непосредственно на наземные станции приёма информации в X- и S-диапазонах.

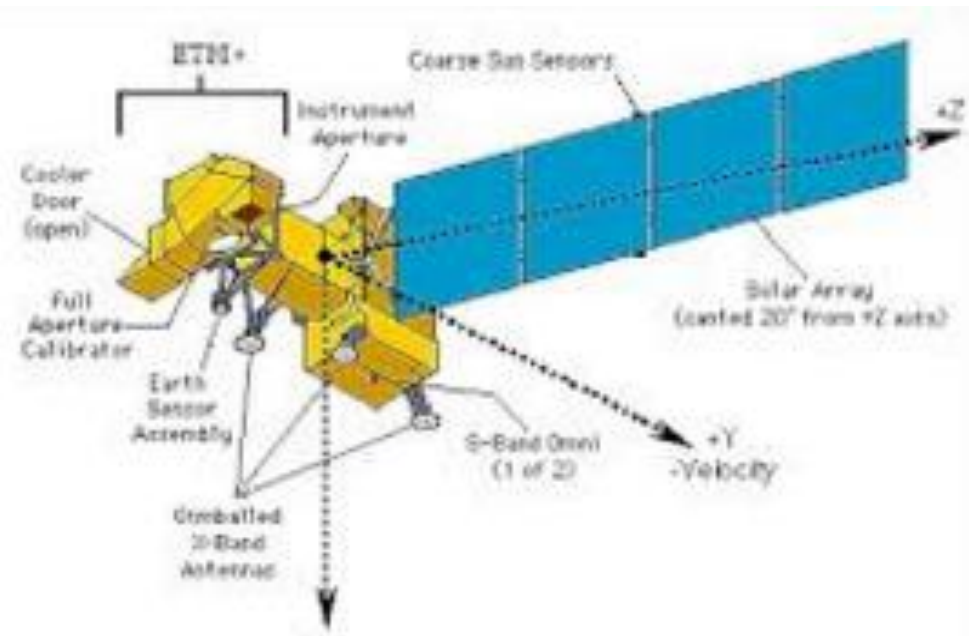


Очередной спутник системы “LANDSAT-6” сгорел при запуске в плотных слоях атмосферы 5 октября 1993 года, из-за неполадок работы третьей ступени ракеты-носителя. Он имел стартовую массу 2720 кг и был оснащен бортовыми магнитофонами фирмы “Odetics” для записи информации ДЗЗ при полёте вне досягаемости наземных станций приёма. ИСЗ был оснащён тремя узконаправленными антеннами X-диапазона (8082,5; 8212,5; 8342,5 МГц) наводимыми на пункт приема информации. При этом обеспечивалась одновременность передачи информации с магнитофонов, а также многоспектральной и панхроматической информации в режиме реального времени.



Следующий спутник системы “LANDSAT-7” выведен на орбиту в 1999 году и продолжает работу, съемка местности происходит примерно в 10 часов утра ( $\pm 15$  минут) по местному солнечному времени. Масса спутника составит 2,2 тонны.

**Landsat-7** изначально рассчитана на длительность 5—7 лет. Спутник мог снимать и передавать до 532 изображений в сутки, размером снимков  $185 \times 185$  км. Емкость накопителя составит 380 Гбит. Спутник находится на полярной солнечно-синхронной орбите, рассчитанной таким образом, что спутник пролетает над всей поверхностью планеты. При высоте 705 км на полное сканирование поверхности уходит 232 оборота, или 16 суток.



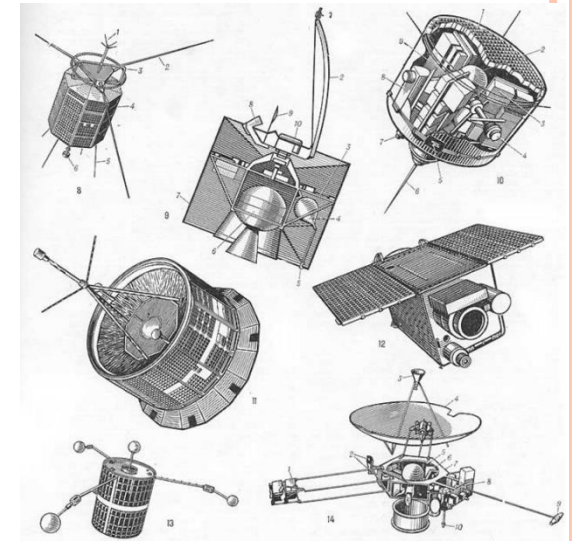
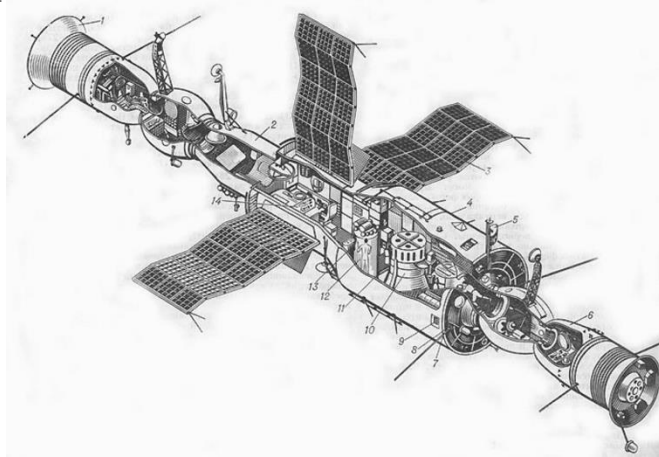
# АППАРАТУРА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРОГРАММЫ “LANDSAT”

На первых трёх спутниках системы “LANDSAT” устанавливались телевизионные камеры “RBV” (Return Beam Vidikon) и многоспектральный оптико-механический сканер “MSS” (Multispectral Scanner Sistem).

На ИЗС “LANDSAT-1,2” устанавливалось **по три камеры “RBV” с тремя разными спектральными фильтрами.**

Камеры “RBV” имели следующие технические параметры;

- разрешение: 80 метров;
- спектральные диапазоны: 0,475-0,575 мкм, 0,58-0,68 мкм, 0,69-0,83 мкм (т.е. сине-зеленый, жёлто-красный и красный ближний ИК зоны спектра);
- зона обзора: 185 × 185 км;
- радиометрическое разрешение: 64 уровня;



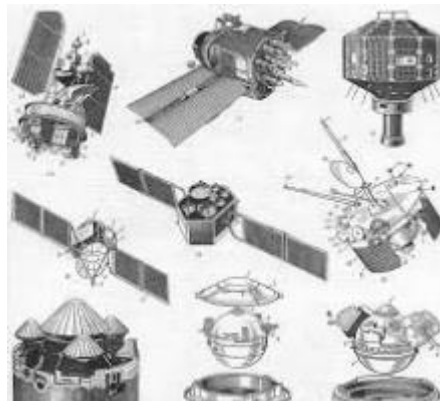
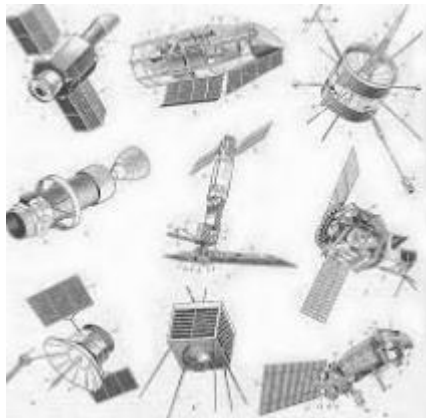
На ИСЗ “LANDSAT-3” было установлено две панхроматические камеры “RBV” с характеристиками:

- разрешение: 40 м.;
- спектральный диапазон: 0,505-0,75 мкм;
- зона обзора: 98×98 км.;
- радиометрическое разрешение: 64 уровня.

Технические характеристики оптико-механического сканера “MSS”:

- фокусное расстояние объектива: 820 мм;
- разрешение: 80 м;
- спектральные диапазоны: 0,49-0,605 мкм (зелёный), 0,603-0,698 мкм (красный), 0,701-0,813 мкм (красный-ближний ИК), 0,808-1,023 мкм (ближний ИК).

На “LANDSAT-3” дополнительно использовался тепловой ИК диапазон 10,4-12,5 мкм с пространственным разрешением 240 м, зоной обзора 185×185 км, радиометрическим разрешением 64 уровня.



Проектируемый ИСЗ “LANDSAT-7” предполагается оснастить многоспектральной камерой ETM + (ETM-Plus) со следующими техническими характеристиками:

-спектральные диапазоны: 8 диапазонов в интервале длин волн 0,45-12,50 мкм, включая один панхроматический диапазон 0,52-0,90 мкм;

-пространственное разрешение: 15 метров в панхроматическом диапазоне, 60 метров в тепловом ИК диапазоне, 30 метров в остальных диапазонах;

-радиометрическая точность: 5%;

-ширина полосы обзора: 185 км;

-периодичность обзора: 16 суток;

-масса: 424 кг;

-потребляемая мощность: 720 Вт;

-скорость передачи информации: 150 Мбит/с.

Предусматривается установка бортовых запоминающих устройств для записи и передачи изображений при пролёте вне досягаемости наземных станций приёма информации.



# ДААННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ

В наземный комплекс космической системы входят:

Центр управления SOCC  
(Spacecraft Operations Control  
Center, штат Мэриленд),  
обеспечивающий планирование  
работы бортовой аппаратуры,  
обработку данных ДЗЗ и  
телеметрии с ИЗС

Станция управления  
космическими аппаратами  
(Norman, штат Оклахома)

Центр приёма заявок от  
потребителей и обработки  
данных ДЗЗ (центр имени  
Годдарда, Greenbelt, штат  
Мэриленд и при штаб-квартире  
фирмы Space Imaging EOSAT,  
Lanham, штат Мэриленд)

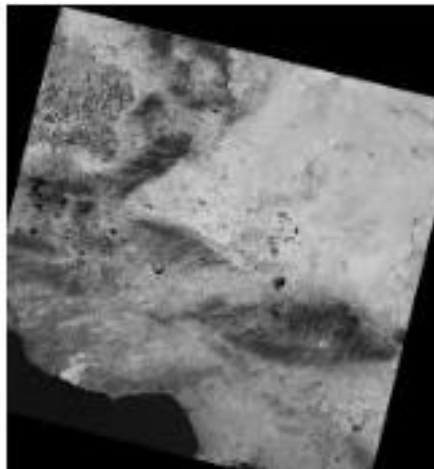
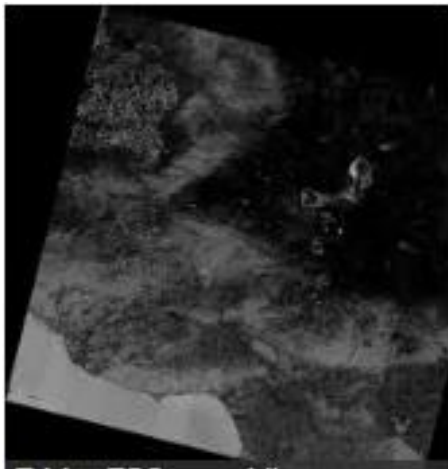
Станции приёма данных на  
территории США и зарубежные  
станции, всего 21 станция,  
расположенные на всех  
континентах

Центр хранения и учёта данных  
ДЗЗ (EROS Data Center, Sioux  
Falls, штат Южная Дакота)



Наибольшее распространение продукция системы LANDSAT получила в виде черно-белых зональных фотоснимков в четырёх спектральных зонах масштаба 1:3 369 000, 1: 1 000 000 и цветных синтезированных снимков масштаба 1: 1 000 000. Практикуется также увеличение снимков по заказу потребителя до 1: 500 000, 1: 250 000 и создание фотокарт полиграфическим методом масштаба до 1: 100 000.

Стоимость продукции системы “LANDSAT” колеблется в пределах от 200 долларов США до 6000, в зависимости от вида и даты производства съемки.





# ЛИТЕРАТУРА И ССЫЛКИ НА ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ:

1. Агапов С.В. Фотограмметрия сканерных снимков. М.: “Картгеоцентр”- “Геодезиздат”, 1996 год.
2. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. М: Издательство А и В, 1997 год.
3. Гонин Г.Б. Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов. М.: Недра, 1980 год.
4. Елизаренко А.С., Соломатин В.А., Якушенков Ю.Г. Оптико-электронные системы в исследовании природных ресурсов. М.; Недра, 1984 год.
5. Киенко Ю.П. Введение в космическое природоведение и картографирование. М; “Картгеоцентр-Геодезиздат”, 1994 год.
6. Кравцова В.И. Космические методы картографирования. МГУ, 1995 год.
7. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. М.; Мир, 1988 год.
8. Лаврова Н.П. Космическая фотосъемка. М.; Недра, 1983 год.
9. Новаковский Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. М.; МГУ, 1997.
10. Савиных В.П., Кучко А.С., Стеценко А.Ф. Аэрокосмическая фотосъемка. М.; “Картгеоцентр-Геодезиздат”, 1997 год.
11. Фёдоров Б.Ф. Аппаратура космического фотографирования. М.; Недра, 1985 год.
12. Фёдоров Б.Ф., Пермьяков В.Д. Космическое фотографирование. М.; Недра, 1978 год.

