

Аэрокосмические методы в природопользовании

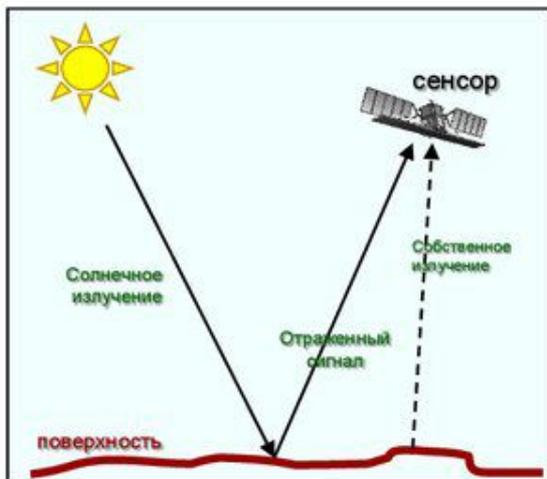
Аэрокосмические методы – совокупность методов исследований атмосферы, земной поверхности, океанов, верхнего слоя земной коры с воздушных и космических носителей путём дистанционной регистрации и последующего анализа идущего от Земли электромагнитного излучения.

Аэрокосмический снимок – информационная модель изучаемого объекта или явления, наиболее универсальная форма регистрации излучения, несущего геоинформацию об исследуемых явлениях, обеспечивает наибольшее число решаемых экологических задач.

Дистанционное Зондирование Земли

Дистанционное Зондирование Земли (ДЗЗ) - это получение информации о земной поверхности (включая расположенные на ней объекты) авиационными и космическими средствами без непосредственного контакта с ней, путем регистрации проходящего от нее электромагнитного излучения.

Пассивное ДЗЗ



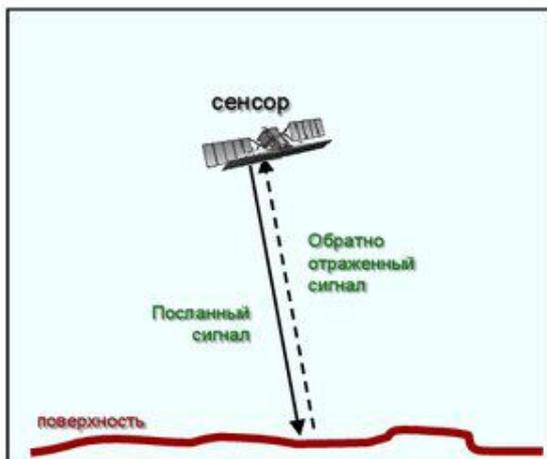
Пассивные сенсоры: зависимость от внешней радиации (основной источник солнце).

Фиксирование отраженного излучения от подстилающей поверхности и рассеянного атмосферой.

- ✦ необходима освещенность поверхности (исключение: тепловой ИК)
- ✦ сильная зависимость от метеоусловий



Активное ДЗЗ



Радар – активный сенсор (приемное устройство фиксирует обратно отраженный от подстилающей поверхности сигнал сенсора). Сигналы в радио диапазоне имеют высокую проникающую способность, прямо зависящую от длины волны.

- ✦ освещенность поверхности не требуется
- ✦ существенно меньшая зависимость от метеоусловий



ДЗЗ включает в себя:

- аэрокосмическую съемку (зондирование);
- дешифрирование (распознавание);
- фотограмметрическую обработку (измерение и моделирование) результатов зондирования.



Схема обработки данных ДЗЗ



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- исходная картоснова
- материалы съемок и метаданные:
 - WorldView
 - GeoEye
 - RapidEye
 - ALOS
 - Pleiades
- материалы полевых работ:
 - ГЛОНАСС /GPS съемка
 - полевая съемка

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

- ортотрансформирование



- создание мозаик



- построение цифровых моделей рельефа



ТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

- тематическое дешифрирование



- векторизация результатов классификации



- векторизация ортофотопланов



ГИС-АНАЛИЗ

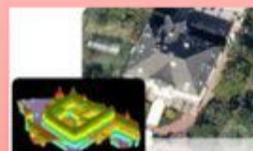
- создание метаинформации



- пространственный и статистический анализ

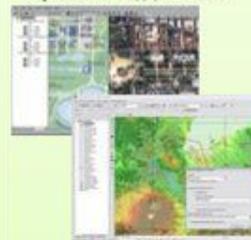


- математико-картографическое моделирование



ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА К ДАННЫМ

- создание ГИС, геопорталов, хранилищ данных



- организация работы с данными на специализированных программно-аппаратных комплексах



ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- геоданные
- дата-сервисы
- каталоговые сервисы
- порталные сервисы
- сервисы визуализации и др.

Методы получения геоинформации по снимкам

Фотограмметрия – научно-техническая дисциплина, изучающая способы определения пространственного положения, размеров и формы объектов по их фотоизображениям, а также по снимкам, полученных другими способами.

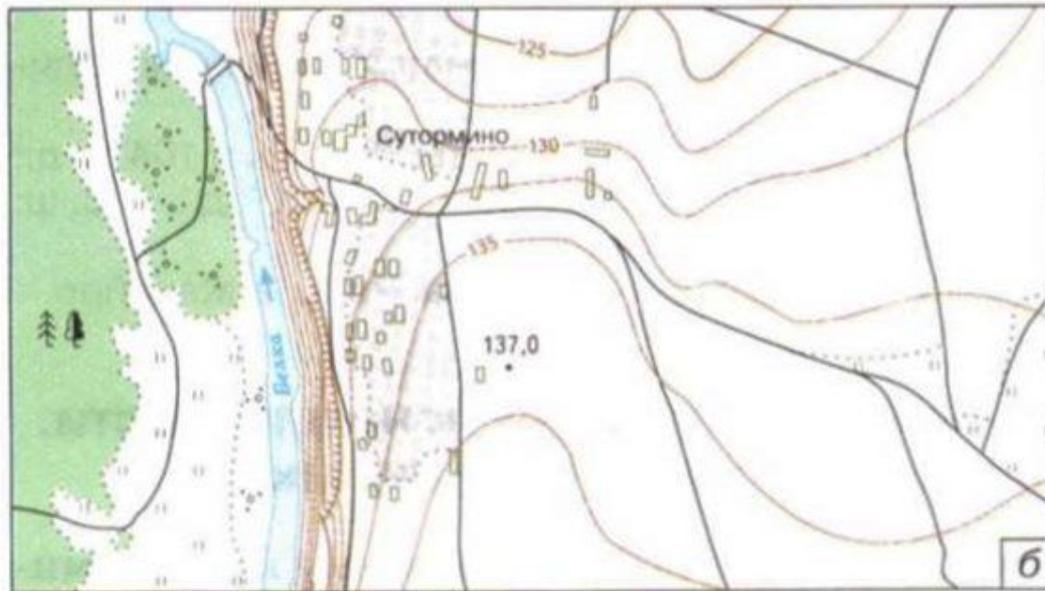
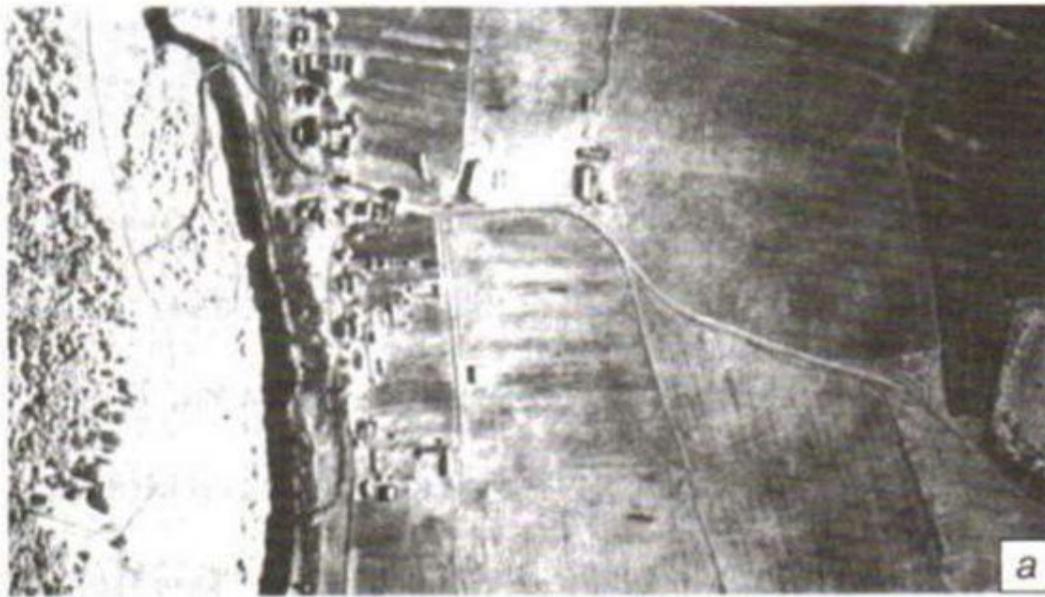
Области применения фотограмметрии:

- Создание топографических карт и ГИС;
- Геологические изыскания;
- Охрана ОС (изучение ледников и снежного покрова, бонитировка почв и исследование процессов эрозии, наблюдения за изменениями растительного покрова, изучение морских течений);
- Автоматизированное построение пространственных моделей объекта по снимкам

Разделы фотограмметрии:

- аэрофототопография;
- прикладная фотограмметрия;
 - инженерная фотограмметрия;
- космическая фотограмметрия;
- цифровая фотограмметрия.

Особенность ф/гр методов – использование ф/гр измерений, минуя процесс составления карт и планов.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

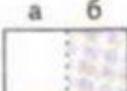
-  жилые и нежилые строения
-  грунтовая (просёлочная) дорога
-  река
-  мост деревянный
-  горизонтали
-  отметка высоты
-  обрыв
-  лес смешанный
-  кустарник
-  луг
-  пашня (а), огород (б)

Рисунок 7 – Фрагмент карты и снимка участка местности

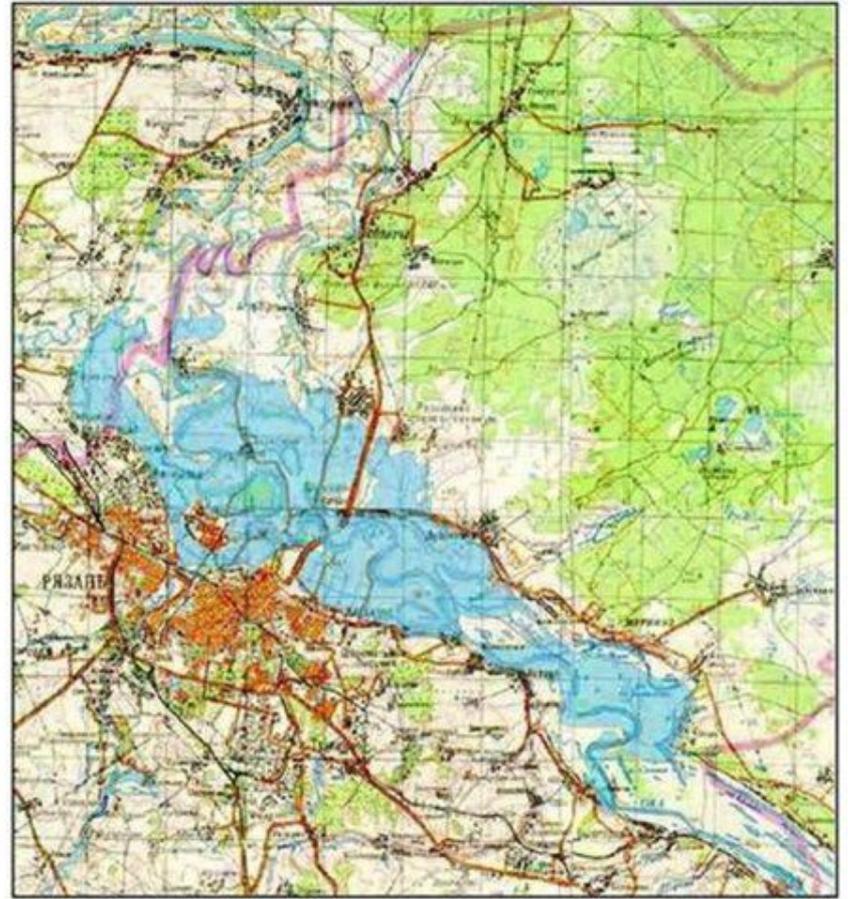


Рисунок 8 – Составление карт по космическим снимкам

Мониторинг территории по результатам космической съёмки

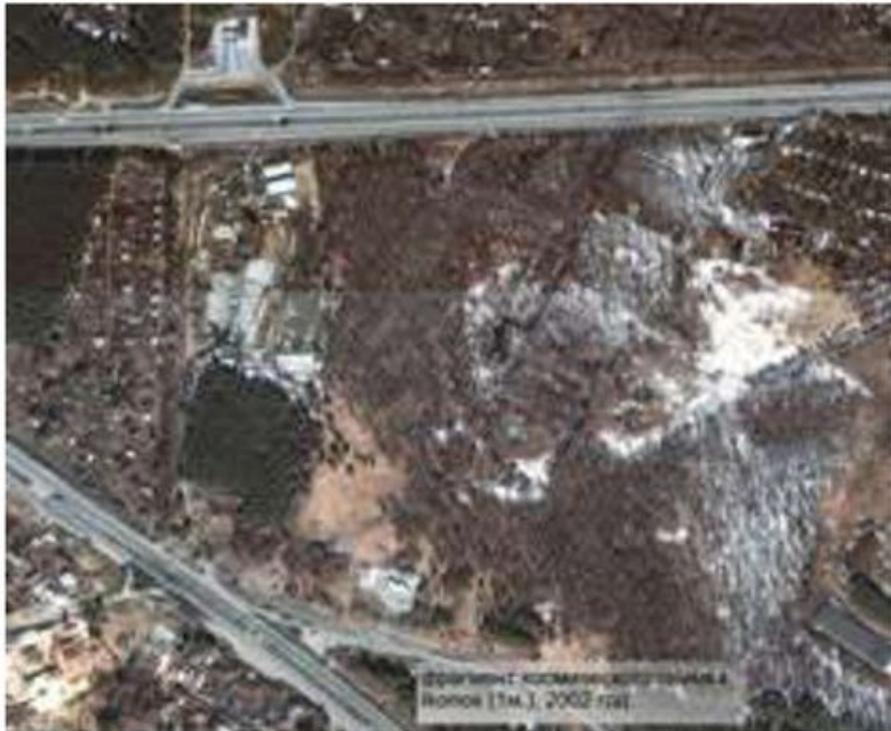


Рисунок 16 – Планирование строительства крупного торгового комплекса (слева) и
завершенное строительство ТК «МЕГА» (справа) на юго-западной окраине
г. Екатеринбурга

Мониторинг лесных и торфяных пожаров



Рисунок 17 – Состояние местности до пожаров 2002 г. – фрагмент снимка Landsat 7 (ETM+) от 7 июля 2001 г.

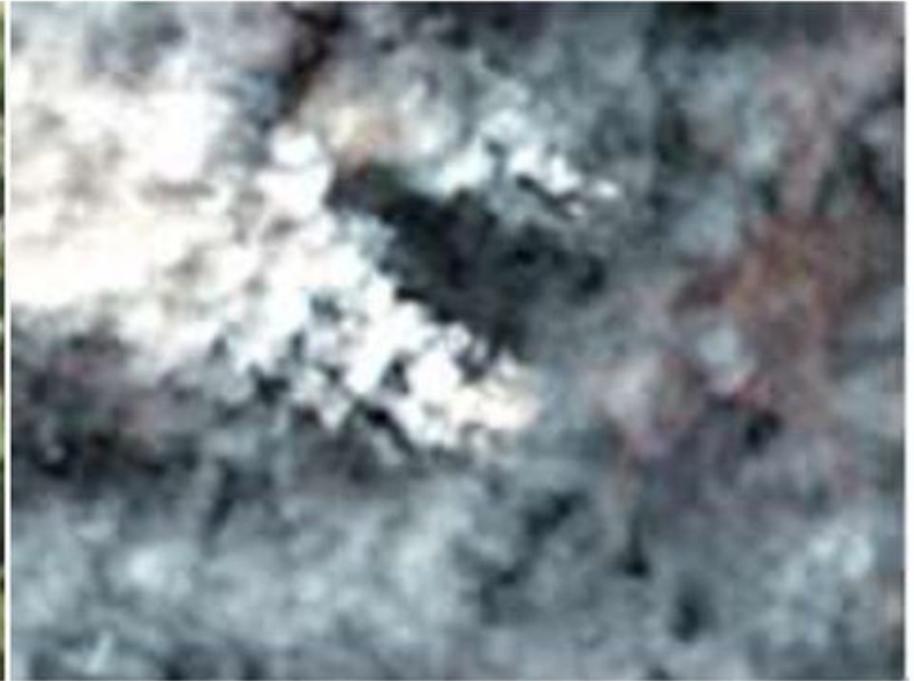


Рисунок 18 – Общий вид пожаров с дымовыми шлейфами – фрагмент снимка Landsat 7 (ETM+) от 5 сентября 2002 г. (в видимом диапазоне)

Фотограмметрическая обработка данных ДЗЗ



Комплекс работ по обработке космических снимков для целей создания и обновления картографической продукции как среднего, так и крупного масштаба, на сегодняшний день становится одним из самых приоритетных направлений развития компании «Совзонд».

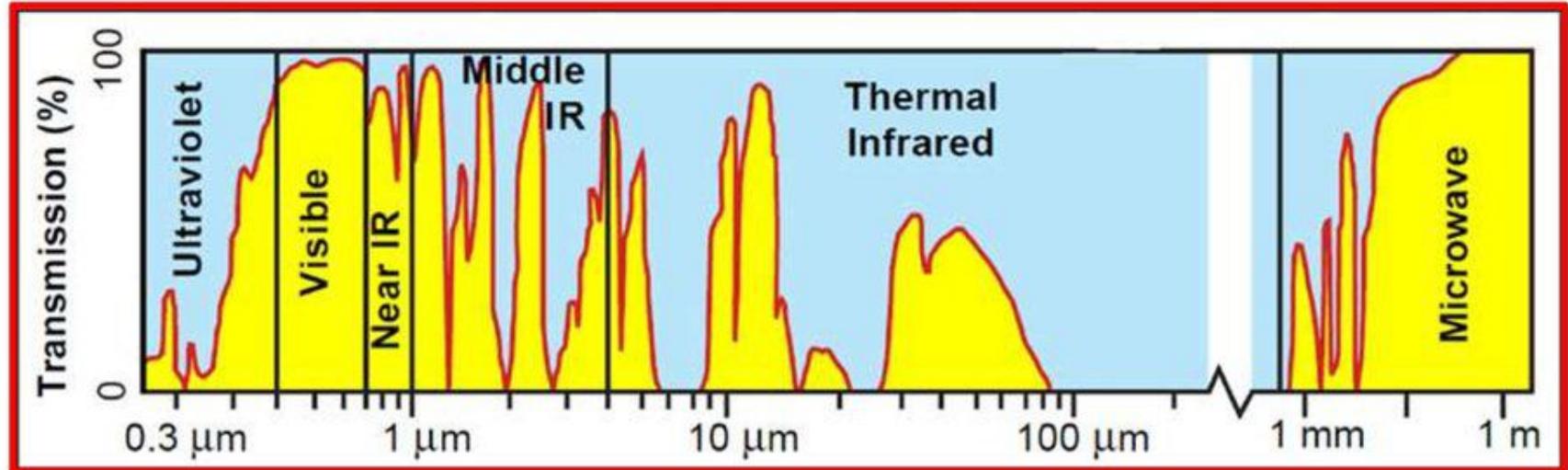


При проведении фотограмметрических работ специалисты компании «Совзонд» выполняют комплекс подготовительных работ, включающий:

- ✿ Создание проекта планово-высотной подготовки;
- ✿ Ортотрансформирование материалов космической съемки по орбитальным параметрам;
- ✿ Ортотрансформирование материалов космической съемки с использованием исходных данных, предоставленных заказчиком (точек привязки, растровых и векторных карт);
- ✿ Создание цветосинтезированных мозаичных покрытий с использованием изображений, полученных с различных спутников;
- ✿ Приведение в картографическую проекцию по требованию заказчика;
- ✿ Создание цифровых моделей рельефа и местности.



Атмосферные окна



*Голубым цветом показаны участки спектра, поглощаемые атмосферой, а желтым цветом показаны атмосферные окна, в которых возможно получение спутниковых снимков земной поверхности методами дистанционного зондирования

Физические свойства аэрокосмических методов

Спектр электромагнитных волн – последовательность электромагнитных волн, классифицированная по их длинам (или частотам).

Большинство современных аэрокосмических методов основано на использовании оптических и ультракоротких радиоволн с длиной от 0,3 мкм до 3 м.

Участок оптических волн (0,001-1000 мкм) включает ультрафиолетовый (0,001-0,4 мкм), видимый (0,4-0,8 мкм) и инфракрасный (0,8-1000 мкм) диапазоны.

Видимый диапазон (глаз способен выделять цветовые различия):

- Фиолетовый (380-450 нм);
- Синий (450-480 нм);
- Голубой (480-500 нм);
- Зелёный (500-560 нм);
- Жёлтый (560-590 нм);
- Оранжевый (590-620 нм);
- Красный (620-750 нм).

Инфракрасный диапазон:

- Ближний (0,8-1,3 мкм);
 - Средний (1,3-3 мкм);
 - Дальний (тепловой) (3-1000 мкм);
-  Преобладает отражённое (солнечное) излучение
-  Преобладает собственное излучение Земли

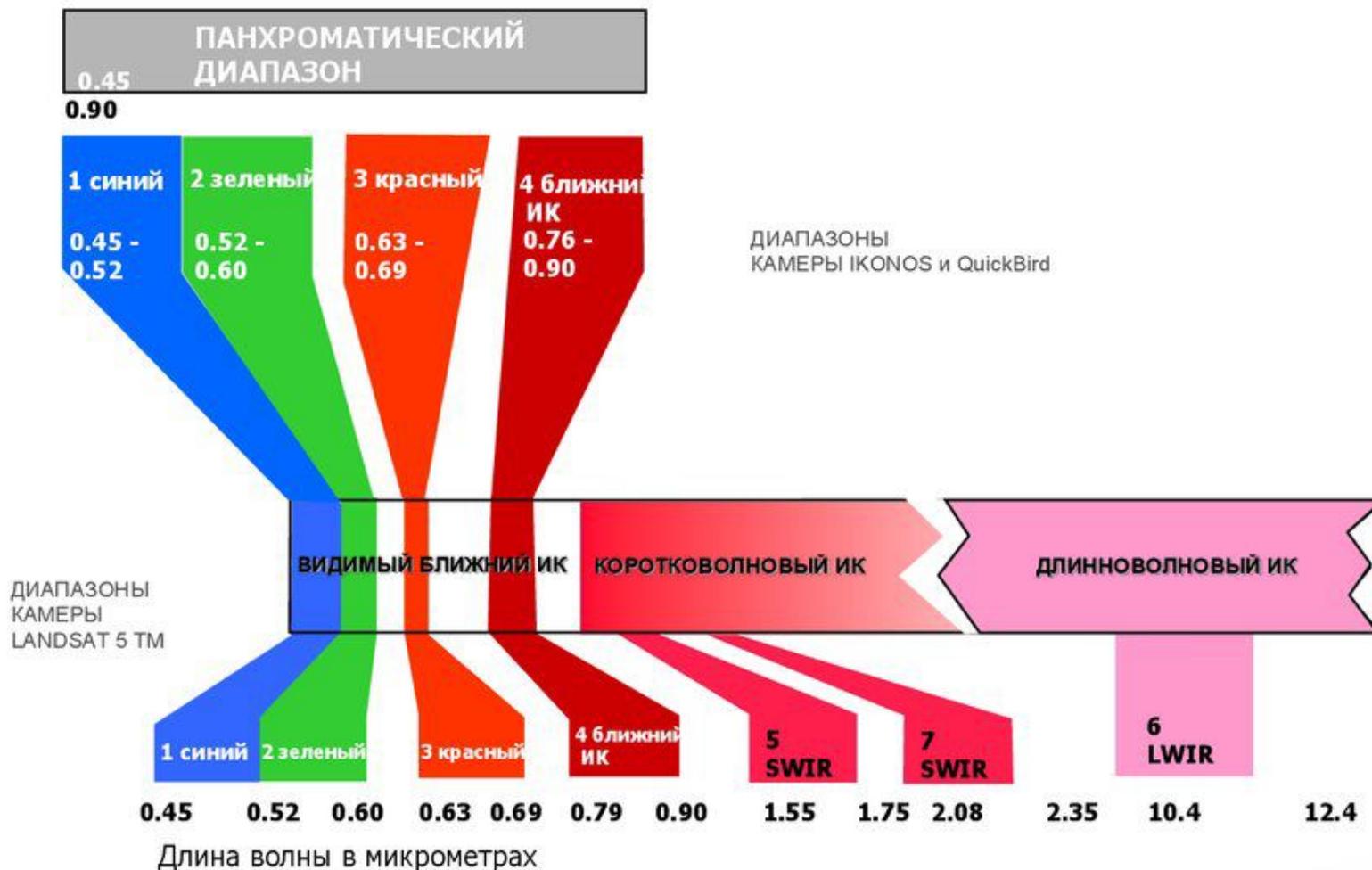
Ультрафиолетовый диапазон:

- Ближний (400-300 нм);
- Средний (300-200 нм);
- Дальний (меньше 200 нм).

Панхроматические изображения занимают практически весь видимый диапазон электромагнитного спектра (450-900 нм) и поэтому являются чёрно-белыми.

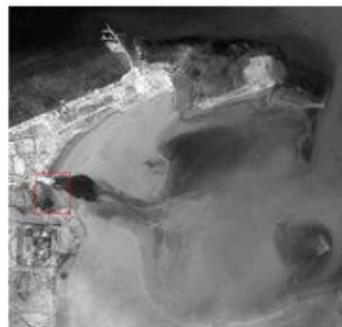
Мультиспектральные (спектрозональные) изображения – представлены в виде отдельных спектральных каналов (RGB и инфракрасные каналы) или в виде синтеза отдельных каналов для получения цветного изображения. Поочерёдный синтез отдельных каналов позволяет решать многочисленные тематические задачи, помогает при дешифрировании снимков.

Спектральные каналы



Спектральные каналы: синий (BLUE)

- ✿ Зона предназначена для отображения побережий, батиметрии, наносов;
- ✿ Дифференциации грунта от растительности и лиственной от хвойной флоры;
- ✿ Картографирования типов леса;
- ✿ Обнаружения искусственных сооружений;
- ✿ Фрагментация структурных горных пород (например, сланцы, фосфаты);
- ✿ Освещение поверхностей, находящихся в тени;
- ✿ Измерение глубины воды благодаря большой проникаемой способности сигнала;
- ✿ Выделение типов почв/растительности;
- ✿ Определение атмосферных характеристик



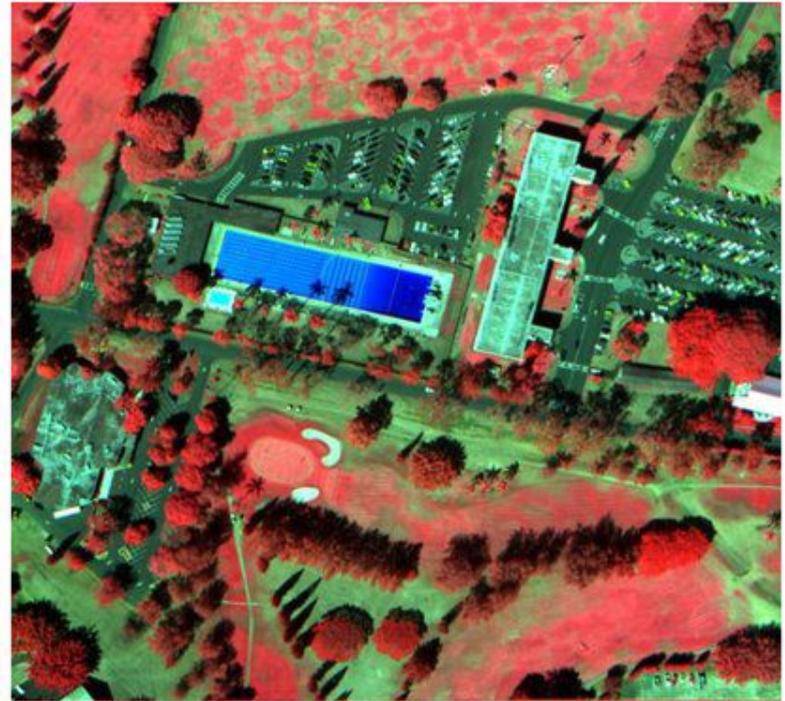
Спектральные каналы: зеленый (G - GREEN)

- ✿ Зона соответствует максимальному коэффициенту отражения зеленой (здоровой растительности и используется для таксации леса);
- ✿ Идентификация искусственных объектов местности и составления карт концентрации наносов и осадков в мутных водах;
- ✿ Хорошо выделяются на снимке горные породы, богатые 2-х валентным железом;
- ✿ Дифференциация чистой и мутной воды;
- ✿ Обнаружение нефти на поверхности воды;



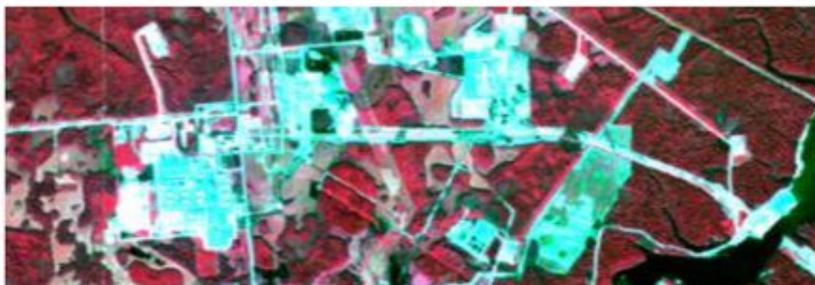
Спектральные каналы: красный (R - RED)

- ✿ Возможность различия множества видов растительности
- ✿ Определение границ почв и геологического оконтуривания (залежи, рудное тело, нефтяные поля), искусственных объектов;
- ✿ Дешифрирование горных пород и почв, богатых 3-ех валентным железом;



Спектральные каналы: ближний ИК (NIR)

- ✿ Идентификация СХ почв/культур;
- ✿ Оценка урожайности;
- ✿ Определение береговых линий водных объектов на местности (контраст воды и грунта);
- ✿ Картирование прибрежной зоны;
- ✿ Анализ растительного покрова;
- ✿ Дифференциация типов поверхности



Пространственное разрешение снимка – величина, характеризующая размер наименьших объектов, различимых на изображении.

Радиометрическое разрешение – количество градаций значений цвета, соответствующих переходу от яркости абсолютно «чёрного» к абсолютно «белому», и выражается в количестве бит на пиксел изображения. Это означает, что в случае радиометрического разрешения 6 бит на пиксел мы имеем всего 64 градации цвета ($2(6)=64$); в случае 8 бит на пиксел – 256 градаций ($2(8)=256$), 11 бит на пиксел – 2048 градаций ($2(11)=2048$).

В настоящее время, как правило, сенсоры, установленные на спутниках ДЗЗ, имеют радиометрическое разрешение не хуже 8 бит на пиксель. Есть сенсоры и с более высоким радиометрическим разрешением (например, 11 бит для WorldView-1, IKONOS, QuickBird, OrbView-3 и 16 бит для EO-1), позволяющим различать больше деталей на очень ярких или очень тёмных областях снимка.

Пространственное разрешение



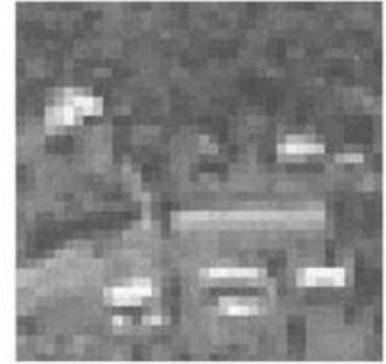
0,5 м/пиксель



2 м/пиксель



5 м/пиксель



10 м/пиксель

Какое пространственное разрешение выбрать?

Аэросъемка с пространственным разрешением 40 см

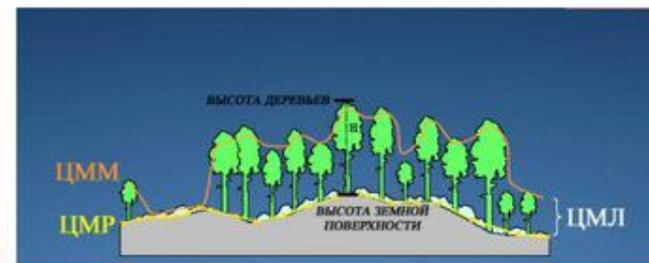
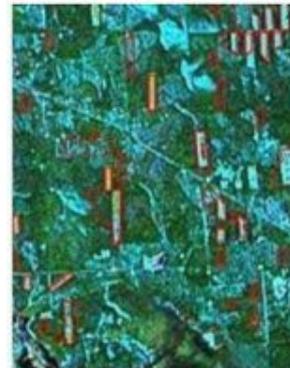


Изображение с пространственным разрешением 60 см,
полученное со спутника QuickBird



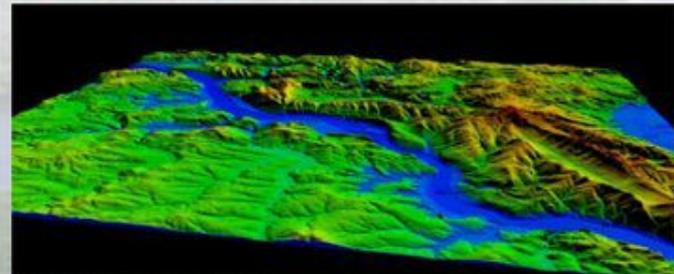
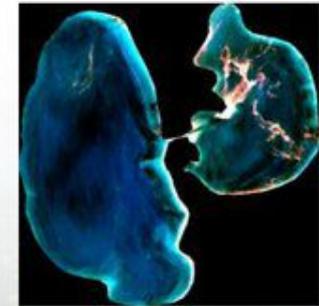
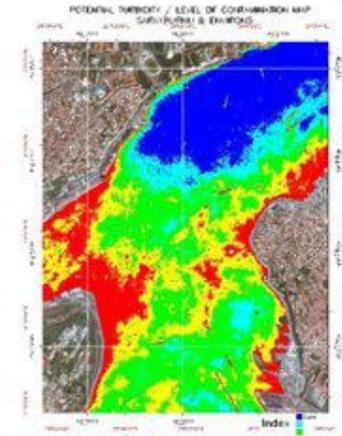
Решение задач в области лесного хозяйства

- ✿ Картографирование. Дешифрирование существующих дорог, просек и прочей инфраструктуры, границ лесных массивов;
- ✿ Стереодешифрирование, извлечение высотной информации, построение цифровой модели леса, определение высоты полога насаждений;
- ✿ Разделение лесов на однородные сегменты по спектральным и текстурным признакам;
- ✿ Классификация лесов по типам (хвойные, лиственные) с дальнейшим уточнением породного состава;
- ✿ Выявление существующих вырубок, гарей, ветровалов, ретроспективный анализ их появления, определение площадей;
- ✿ Оперативный автоматизированный мониторинг появления новых участков, пройденных пожарами и вырубок (в т. ч. несанкционированных), определение экономического и экологического ущерба;
- ✿ Оперативное автоматизированное выявление очагов пожаров размером вплоть до десятков квадратных метров на базе традиционных алгоритмов;
- ✿ Изучение по космическим снимкам негативных процессов, воздействующих на лесные массивы: влияние вредителей и болезней, иссушения или переувлажнения лесов;
- ✿ Контроль лесовосстановительных работ, мониторинг процессов лесовосстановления;
- ✿ Изучение природных условий, способствующих, или препятствующих активной лесохозяйственной деятельности (выявление плоских пониженных заболоченных участков, бессточных котловин, резких перегибов рельефа и т.п.) с применением цифровых моделей рельефа.



Решение задач в области водного хозяйства

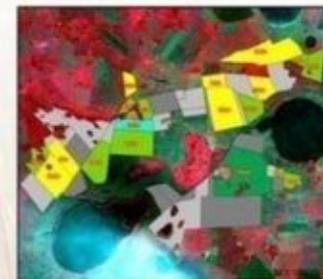
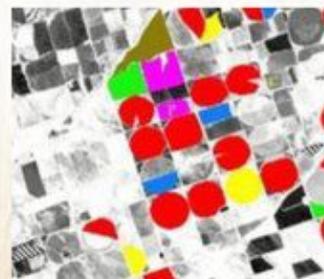
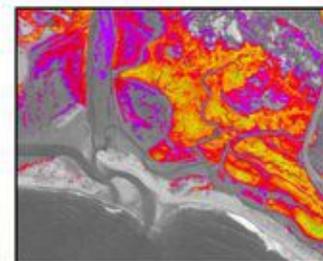
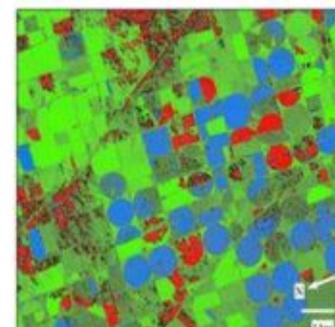
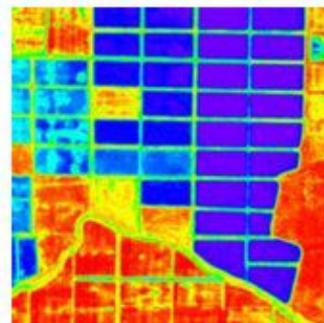
- ✿ Мониторинг изменения контуров берегов водоемов и акваторий, обновление карт 1:2000, 1:5000, 1:10000 и более крупного масштаба;
- ✿ Проектирование и мониторинг строительства и портов и гидротехнических сооружений, мониторинг состояния инфраструктуры;
- ✿ Мониторинг строительства и ремонта судов;
- ✿ Мониторинг загрязнения вод и окружающей среды в результате сброса сточных вод и отходов;
- ✿ Обнаружение и измерение площади пятен нефтепродуктов;
- ✿ Прогнозирование угрозы затопления территорий и разработка противопаводковых мероприятий;
- ✿ Оценка ущерба вследствие природных катаклизмов (наводнение, паводок) и аварий на гидротехнических сооружениях;
- ✿ Выявление фактов незаконной застройки в водоохранных зонах и пользования водными объектами без специального разрешения;
- ✿ Распознавание типов судов и мониторинг судоходства;
- ✿ Мониторинг СМП и ледовой обстановки.



Решение задач в области сельского хозяйства

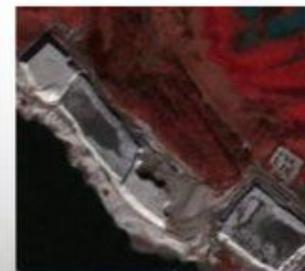


- ✿ Текущий контроль за состоянием посевов зерновых, масличных, технических, овощных и других культур, оценка всхожести, засоренности, степени спелости сельскохозяйственных культур по оптическим и радарным снимкам. Оперативное формирование готовых статистических выкладок с высокой степенью точности (5-10%) на территорию края.
- ✿ Раннее прогнозирование характеристик урожайности тех или иных культур на базе текущего состояния посевов, выявленного по космоснимкам, и краткосрочных и долгосрочных метеопрогнозов.
- ✿ Полный мониторинг темпов уборки урожая одновременно на территории всего края.
- ✿ Получение независимой и объективной статистической информации об объемах продуктов растениеводства, собранных в тех или иных хозяйствах в целях устранения случайных или преднамеренных искажений официальной статистики, укрытия доходов, совершенствования налогообложения.
- ✿ Выявление и прогнозирование неблагоприятных экологических явлений, связанных с сельскохозяйственным природопользованием (ветровая и водная эрозия, засоление, вытаптывание почвогрунтов скотом и т.д.), в целях учета этих процессов.



Решение задач в нефтегазовой отрасли

- ✿ Контроль исполнения лицензионных соглашений: определение границ и контроль использования лицензионных участков, экологический мониторинг
- ✿ Планирование работы полевых партий при проведении геологоразведочных работ и геофизических исследований
- ✿ Обоснование перспективных площадей под поисковые работы на нефть и газ, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа, потенциальная оценка их нефтегазоносности;
- ✿ Инвентаризация и контроль строительства объектов инфраструктуры транспортировки и добычи нефти и газа
- ✿ Мониторинг и оценка объемов сжигания попутного газа.
- ✿ Планирование и контроль прокладки и эксплуатации трубопроводов
- ✿ Моделирование последствий чрезвычайных ситуаций, оценка потенциального ущерба
- ✿ Картографирование объектов нефтегазового комплекса
- ✿ Инвентаризация, паспортизация объектов и постановка на кадастровый учет



Решение задач в градостроительстве и муниципальном управлении

- ✿ Проектирование генеральных планов перспективного развития городов, схем территориального планирования муниципальных районов ;
- ✿ планирование развития городской инфраструктуры;
- ✿ мониторинг незаконного строительства;
- ✿ мониторинг городской застройки и отслеживание изменений;
- ✿ мониторинг состояния транспортной инфраструктуры и дорожной обстановки;
- ✿ мониторинг состояния промышленных зон в городской черте и состояния промышленной инфраструктуры;
- ✿ мониторинг особо охраняемых природных территорий и экологической ситуации;
- ✿ мониторинг состояния полигонов и свалок твердых бытовых отходов;
- ✿ мониторинг смещений и деформаций зданий, сооружений и ландшафтов;
- ✿ создание высокоточных актуальных топографических карт и топографических планов;
- ✿ автоматизированное создание тематических карт;
- ✿ управление чрезвычайными ситуациями.



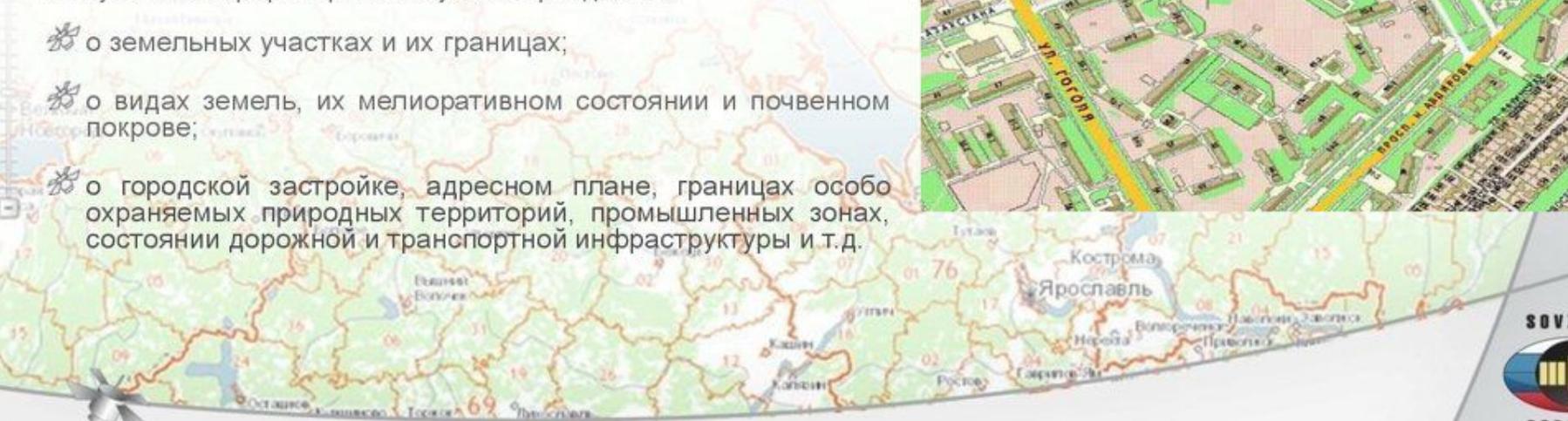
Решение задач землепользования

Функции системы:

- ✿ Организация хранения и предоставления доступа к данным по объектам кадастрового учета;
- ✿ редактирование данных, актуализация;
- ✿ контроль корректности данных;
- ✿ получение статистической и справочной информации по объектам;
- ✿ подготовка картографических материалов;
- ✿ пространственный анализ, поисковые запросы;
- ✿ интеграция с другими информационными системами;
- ✿ организация публичного доступа к данным.

Получение информации и актуализация данных:

- ✿ о земельных участках и их границах;
- ✿ о видах земель, их мелиоративном состоянии и почвенном покрове;
- ✿ о городской застройке, адресном плане, границах особо охраняемых природных территорий, промышленных зонах, состоянии дорожной и транспортной инфраструктуры и т.д.



Решение экологических задач

- ✿ Наблюдение за быстроизменяющимися экосистемами и антропогенными объектами с применением как оптических, так и радарных данных;
- ✿ Выявление источников загрязнения и последствий их воздействия на экосистемы;
- ✿ Промышленное воздействие на ландшафты, в том числе физическое загрязнение морской акватории, а также внутренних водных объектов сточными водами предприятий;
- ✿ Коммунально-бытовое воздействие на среду, в том числе состояние отстойников сточных вод, санкционированных полигонов складирования твердых бытовых отходов, выявление мест несанкционированного захоронения отходов (свалок), коммунальных стоков в водоемы и др.
- ✿ Современное обнаружение антропогенных изменений и природных процессов, которые могут представлять потенциальную опасность для особо охраняемых природных территорий.



Использование данных дистанционного зондирования Земли для принятия оперативных решений в случае возникновения чрезвычайных ситуаций



- ✿ Мониторинг смещения зданий и сооружений
- ✿ Мониторинг оползневых процессов
- ✿ Мониторинг последствий землетрясений
- ✿ Мониторинг пожаров
- ✿ Выявление ветровалов
- ✿ Мониторинг нефтеразливов
- ✿ Мониторинг техногенных чрезвычайных ситуаций
- ✿ Моделирование последствий чрезвычайных ситуаций, оценка ущерба
- ✿ Мониторинг паводков
- ✿ Мониторинг ледовой обстановки



Классификация современных данных ДЗЗ



Данные ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения (<1 м)	Данные ДЗЗ высокого пространственного разрешения (1 м-5 м)	Данные ДЗЗ среднего пространственного разрешения (5-30 м)	Данные ДЗЗ низкого пространственного разрешения (>30 м)
Оптические			
QuickBird	ALOS (PRISM)	SPOT-2,4	EO-1
WorldView-1	Formosat-2	ALOS (AVNIR 2)	MODIS
WorldView-2	Cartosat-1	Terra (ASTER)	
Ikonos	SPOT-5	Landsat-7	
GeoEye-1	RapidEye	IRS-1C/1D	
Ресурс-ДК1	NigeriaSat-1	Resourcesat-1	
Pleiades-1	Ресурс-П		
Радарные			
TerraSAR-X	Radarsat-2	Radarsat-1	
Cosmo-SkyMed		ALOS (PALSAR)	
		ENVISAT	
		ERS-2	



Оперативность поставки данных после съемки

Космические аппараты ДЗЗ	Периодичность съемки	Оперативность поставки	Пространственное разрешение
Ресурс-ДК	3-5 суток	До 20 суток	1 м
QuickBird	3-5 суток	1 сутки	60 см
IKONOS	3-5 суток	До 5 суток	1 м
OrbView-3	3-5 суток	До 5 суток	1 м
Kompsat-2	3-5 суток	До 10 суток	1 м
Formosat-2	1 сутки	В реальном режиме времени	2 м
ALOS	5 суток	3 суток	2,5 м
SPOT	3-5 суток	До 1 суток	до 2,5 м
IRS	13 суток	До 1 суток	6 м
Worldview-1, -2	3-5 суток	1 сутки	50 см
GeoEye-1	3-5 суток	1 сутки	40 см
Pleiades-1	2 сутки	1 сутки	50 см
TerraSAR (прямой доступ к планированию съемки)	3-5 суток	В реальном режиме времени	1 м
COSMO SkyMed	3-5 суток	В реальном режиме времени	1 м
RapidEye	1 сутки	1 сутки	5 м

