

# Космические аппараты с оптико-электронными системами ДЗЗ

## РЕСУРС-ДК1



Космический аппарат «Ресурс-ДК1» был запущен 15 июня 2006 г. с помощью ракеты-носителя «Союз-У» с космодрома Байконур. Оператором спутника, созданного Государственным научно-производственным ракетно-

космическим центром «ЦСКБ-Прогресс», является Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ).

В зависимости от целевого применения спутник может эксплуатироваться на околокруговых или эллиптических рабочих орбитах с наклонами 64,8°; 64,9°; 70,0°; 70,4°. Рабочая орбита КА «Ресурс-ДК1» – эллиптическая и составляет 350-604 км. Спутник позволяет получать цифровые изображения земной поверхности с пространственным разрешением 1 м в панхроматическом режиме (один канал) и в трех узких спектральных диапазонах с разрешением 2-3 м в мультиспектральном режиме.

Помимо аппаратуры ДЗЗ, на борту КА «Ресурс-ДК1» установлено научное оборудование «Памела» (Италия), предназначенное для космических исследований и научная аппаратура «Ариана», обеспечивающая регистрацию высокоэнергичных электронов и протонов, их идентификацию, выделение всплесков высокоэнергичных частиц-предвестников землетрясений. Расчетный срок пребывания на орбите составляет около 3 лет.

### Основные технические характеристики

Режимы	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,58-0,80	зеленый: 0,50-0,60 красный: 0,60-0,70 ближний ИК: 0,70-0,80
Пространственное разрешение (в надири), м	1	2-3
Максимальное отклонение от надира, °		30
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель		10
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/сек		75, 150, 300
Ширина полосы съемки (в надири), км		от 4,7 до 28,3
Периодичность съемки, суток		6
Возможность получения стереопары		Да (с соседних витков)

**ALOS (PRISM, AVNIR-2)**

Космический аппарат ALOS запущен 24 января 2006 г. с космодрома Танегашима (Япония). Владелец спутника является Японское аэрокосмическое агентство JAXA. КА был выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 691,65 км.

КА ALOS оснащен картографической стереокамерой (PRISM), позволяющей получать снимки с разрешением до 2,5 м, мультиспектральной камерой (AVNIR-2), для получения цветных снимков с разрешением 10 м, а также радаром L-диапазона (PALSAR), предназначенным для круглосуточного и всепогодного наблюдения земной поверхности (см. Геоматика. – 2008. – № 1. – С. 63. – Прим. ред.).

Картографическая стереокамера PRISM состоит из трех объективов для визирования вперед, вниз и назад. Она обеспечивает высокую разрешающую способность и ширину полосы съемки до 70 км.

Мультиспектральная камера AVNIR-2 является наследником ADEOS/AVNIR (JAXA, 2004). В AVNIR-2 были изменены датчики и соответствующие электронные системы. Эти изменения обеспечивают получение изображений с пространственным разрешением 10 м. Другое отличие от AVNIR заключается в возможности менять угол визирования в диапазоне  $\pm 44^\circ$



относительно надира в перпендикулярном к траектории полета направлении. С помощью такого гибкого наведения можно реализовать более частые наблюдения одних и тех же участков земной поверхности, например, каждые 48 часов, в районах, находящихся в более высоких широтах. Расчетный срок пребывания КА на орбите составляет не менее 5 лет.

**Основные технические характеристики**

Режимы	PRISM (панхроматический)	AVNIR-2 (мультиспектральный)
Спектральный диапазон, мкм	0,52-0,77	синий: 0,42-0,50 зеленый: 0,52-0,60 красный: 0,61-0,69 ближний ИК: 0,76-0,89
Пространственное разрешение (в надире), м	2,5	10
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	8	8
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/сек	960	160
Ширина полосы съемки (в надире), км	35	70
Периодичность съемки, суток	46	46
Возможность получения стереопары	Да (с одного витка)	Нет

## FORMOSAT-2



Космический аппарат FORMOSAT-2 был запущен 20 мая 2004 г. космическим агентством Тайваня (National Space Organization). Эксклюзивные права на поставку данных с КА FORMOSAT-2 получила компания SpotImage (Франция). Спутник был выведен на солнечно-синхронную геостационарную орбиту высотой 891 км. КА FORMOSAT-2 предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 2 м в панхроматическом режиме и 8 м в мультиспектральном режиме.

Основными преимуществами спутника являются маневренность (КА может выполнять съемку с отклонением от надира в 45°), возможность ежедневной съемки, а также более раннее прохождение над любой точкой Земли (9 ч 30 мин утра по местному времени, тогда как у большинства спутников – 10 ч 30 мин), что увеличивает возможность безоблачной съемки. Расчетный срок пребывания на орбите составляет не менее 5 лет.

## Основные технические характеристики

Режимы	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,45-0,90	синий: 0,45-0,52 зеленый: 0,52-0,60 красный: 0,63-0,69 ближний ИК: 0,76-0,90
Пространственное разрешение (в надире), м	2	8
Максимальное отклонение от надира, °		45
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель		8
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/сек		120
Формат файлов		GeoTIFF
Ширина полосы съемки (в надире), км		24
Обработка	Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция. Приведение к картографической проекции	
Периодичность съемки, суток		1
Возможность получения стереопары		Нет
Срок выполнения заказа, дней		7-14 для архивных данных 7-90 для съемки на заказ
Минимальная площадь заказа, км <sup>2</sup>		24x24 (1 сцена) для архивных данных 24x24 (1 сцена) для съемки на заказ

## GeoEye-1

Космический аппарат GeoEye-1 был запущен 6 сентября 2008 г. Владелец спутника является компания GeoEye (США). КА GeoEye-1 был выведен на полярную солнечно-синхронную орбиту высотой 681 км, обеспечивающую его прохождение над любым районом Земли каждые 1-3 дня (в зависимости от широты). Спутник предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 41 см в панхроматическом режиме и 1,65 м в мультиспектральном режиме при съемке в надир.

КА GeoEye-1 обладает высокой маневренностью, что позволяет получать большой объем данных за один пролет. Расчетный срок пребывания на орбите составляет не менее 7 лет.



## Основные технические характеристики

Режимы	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,45-0,90	синий: 0,45-0,52 зеленый: 0,52-0,60 красный: 0,625-0,695 ближний ИК: 0,76-0,90
Пространственное разрешение (в надире), м	0,41	1,65
Максимальное отклонение от надира, °		60
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель		11
Точность геопозиционирования, м		CE90 mono = 2,5 CE90 stereo = 2 LE90 stereo = 3
Формат файлов		GeoTIFF
Ширина полосы съемки (в надире), км		15,2
Обработка		Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция. Приведение к картографической проекции
Периодичность съемки, суток		1-3 (в зависимости от широты области съемки)
Возможность получения стереопары		Да (с одного витка)

## IKONOS



Космический аппарат IKONOS был запущен 24 сентября 1999 г. с авиабазы Ванденберг (США). Владельцем спутника является компания GeoEye (США). КА IKONOS был выведен на низкую солнечно-синхронную орбиту высотой 680 км, обеспечивающую его прохождение над любым районом Земли каждые 1-5 дней (в зависимости от широты). Спутник предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 1 м в панхроматическом режиме и 4 м в мультиспектральном режиме.

Основными преимуществами КА IKONOS являются высокая маневренность и, как следствие, возможность съемки участков большой площади за один проход (до 5 тыс. км<sup>2</sup>), а также получения стереопар с одного витка. Расчетный срок пребывания на орбите составляет около 7 лет.

## Основные технические характеристики

Режимы	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,445-0,90	синий: 0,45-0,52 зеленый: 0,52-0,61 красный: 0,64-0,72 ближний ИК: 0,77-0,88
Пространственное разрешение (в надире), м	1	4
Максимальное отклонение от надира, °	45	
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	11	
Точность геопозиционирования, м	CE90 mono = 23	
Формат файлов	GeoTIFF, NITF	
Ширина полосы съемки (в надире), км	11	
Обработка	Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция. Приведение к картографической проекции	
Периодичность съемки, суток	1-5 (в зависимости от широты области съемки)	
Возможность получения стереопары	Да (с одного витка)	
Срок выполнения заказа, дней	7-14 для архивных данных 7-90 для съемки на заказ	
Минимальная площадь заказа, км <sup>2</sup>	49 (для архивных данных; возможен заказ полигона произвольной формы с расстоянием между вершинами не менее 5 км)  100 (для съемки на заказ; возможен заказ полигона произвольной формы с расстоянием между вершинами не менее 5 км)	

## Landsat-7

Космический аппарат Landsat-7 был запущен 15 апреля 1999 г, с авиабазы Ванденберг (США).

Спутник является проектом трех американских правительственных организаций: NASA, NOAA и USGS. КА Landsat-7 был выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 705 км. Установленная на спутнике съемочная аппаратура ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus – усовершенствованный тематический картограф) обеспечивает съемку земной поверхности в шести каналах с разрешением 30 м, в одном ИК-канале с разрешением 60 м и одновременную панхроматическую съемку с разрешением 15 м при ширине полосы обзора для всех каналов около 185 км. Расчетный срок пребывания на орбите составляет около 7 лет.



## Основные технические характеристики

Режимы	Мультиспектральный			Панхроматический
	VNIR	SWIR	TIR	PAN
Спектральный диапазон, мкм	синий: 0,45-0,52 зеленый: 0,53-0,61 красный: 0,63-0,69 ближний ИК: 0,78-0,90	средний ИК: 1,55-1,75  средний ИК: 2,09-2,35	тепловой ИК: 10,40-12,50	0,52-0,90
Пространственное разрешение, м	30	30	60	15
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	8			
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/сек	150			
Формат файлов	GeoTIFF			
Ширина полосы съемки, км	185			
Периодичность съемки, суток	16			
Возможность получения стереопары	Нет			
Срок выполнения заказа, дней	1-10 (для архивных данных), съемка на заказ не проводится			
Минимальная площадь заказа, км <sup>2</sup>	185x170 (1 сцена) для архивных данных			

## QuickBird



Космический аппарат QuickBird был запущен 18 октября 2001 г. с авиабазы Ванденберг (США). Владелец спутника является компания DigitalGlobe (США). Спутник был выведен на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 450 км, обеспечивающую его прохождение над любым районом Земли каждые 1-5 дней (в зависимости от широты). КА QuickBird предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 61 см в панхроматическом режиме и 2,44 м в мультиспектральном режиме при съемке в надир.

Основными преимуществами спутника QuickBird являются широкая полоса охвата (размер сцены – 16,5х16,5 км), высокая метрическая точность, возможность заказа полигонов сложной формы, в том числе, протяженных объектов шириной 5 км. Расчетный срок пребывания на орбите составляет около 7 лет.

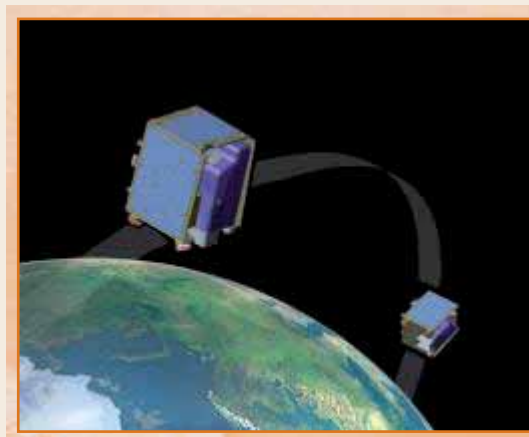
## Основные технические характеристики

Режимы	Панхроматический	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	0,445-0,90	синий: 0,45-0,52 зеленый: 0,52-0,60 красный: 0,63-0,69 ближний ИК: 0,76-0,90
Пространственное разрешение (в надире), м	0,61	2,44
Максимальное отклонение от надира, °		45
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель		11
Точность геопозиционирования, м		CE90 mono = 23
Формат файлов		GeoTIFF, NITF
Ширина полосы съемки, км		16,5
Обработка	Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция. Приведение к картографической проекции	
Периодичность съемки, суток	1-5 (в зависимости от широты области съемки)	
Возможность получения стереопары	Нет	
Срок выполнения заказа, дней	3-14 для архивных данных 7-90 для съемки на заказ	
Минимальная площадь заказа, км <sup>2</sup>	25 (для архивных данных; возможен заказ полигона произвольной формы) 64 (для съемки на заказ; возможен заказ полигона произвольной формы)	

## RapidEye

Группировка из пяти мини-спутников RapidEye была запущена с космодрома Байконур российской ракетой-носителем «Днепр» 29 августа 2008 г. Владелец космических аппаратов является компания RapidEye AG (Германия). Каждый из спутников, созданных компаниями SSTL (Великобритания) и MDA (Канада), оснащен мультиспектральной оптико-электронной камерой Jena-Optronik для съемки с пространственным разрешением 6,5 м. Вес каждого спутника RapidEye составляет 175 кг. Спутники были выведены на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 630 км. Группировка RapidEye способна обеспечивать ежедневное покрытие съемками площадь в 4 млн км<sup>2</sup>. Периодичность съемки одного и того же района Земли – 24 ч.

Съемка земной поверхности ведется в пяти каналах. Уникальным для спутников высокого разрешения является канал «длинноволновый красный», который оптимально подходит для наблюдения и измерения изменений состояния растительного покрова. Расчетный срок пребывания спутников на орбите составляет 7 лет.



## Основные технические характеристики

Режим	Мультиспектральный
Спектральный диапазон, мкм	синий: 0,44-0,51 зеленый: 0,52-0,59 красный: 0,63-0,685 длинноволновый красный: 0,69-0,73 ближний ИК: 0,76-0,855
Пространственное разрешение в надири, м	6,5 (после обработки – 5)
Точность геопозиционирования, м	230
Формат файлов	GeoTIFF, NTIF
Ширина полосы съемки, км	77
Обработка	Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция Приведение к картографической проекции
Периодичность съемки, ч	24
Возможность получения стереопары	Нет
Минимальная площадь заказа, кв. км	25 (1 сцена) для архивных данных и съемки на заказ



### WorldView-1



Космический аппарат WorldView-1 был запущен 18 сентября 2007 г. с авиабазы Ванденберг (США). Владелец спутника является компания DigitalGlobe (США). В проекте создания спутника участвовали такие компании как Ball Aerospace (платформа, интеграция), Eastman Kodak (оптическая камера), ИТТ (интеграция), BAE Systems (система обработки). Спутник был выведен на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 496 км. КА WorldView-1 обеспечивает ежедневное покрытие земной поверхности площадью в 750 тыс. км<sup>2</sup>, со средним периодом пролета над одной и той же территорией в 1,7 суток. Спутник оснащен телескопом с апертурой 60 см для съемки только в панхроматическом режиме с пространственным разрешением до 0,5 м. Спутник может выполнять съемку по различным схемам: кадровая съемка, маршрутная съемка (вдоль береговых линий, дорог и других линейных объектов), площадная съемка (участок размером 60х60 км), а также стереосъемка. Расчетный срок пребывания на орбите составит не менее 7 лет.

### Основные технические характеристики

Режим	Панхроматический
Спектральный диапазон, мкм	0,5-0,9
Пространственное разрешение в надири, м	0,5
Радиометрическое разрешение, бит на пиксель	11
Скорость передачи данных на наземный сегмент, Мбит/сек	800
Максимальное отклонение от надира, °	40
Точность геопозиционирования, м	CE90 mono = 6,5
Формат файлов	GeoTIFF, NTIF
Ширина полосы съемки, км	17,6
Обработка	Радиометрическая, сенсорная и геометрическая коррекция. Приведение к картографической проекции
Периодичность съемки, суток	1,7-5,9 (в зависимости от широты области съемки)
Возможность получения стереопары	Да (с одного витка)

## Словарь терминов

**Геотемпературное и влажностное картографирование** – составление карт температур и влажности земной поверхности.

**Гиперспектральная съемка** – съемка земной поверхности одновременно в 20-ти и более диапазонах (зонах спектра) электромагнитных волн.

**Гиперспектральные изображения (снимки)** – изображения, полученные в результате гиперспектральной съемки.

**Взброс** – разрыв с крутопадающим сместителем, по которому висячее крыло поднято относительно лежащего. При пологом сместителя разрыв относят к надвигу.

**Взбросо-сдвиг** – разрывы с косым смещением по отношению к падению (и простиранию) сместителя, комбинирующие элементы сдвига и взброса. На последнем месте ставится термин, выражающий преобладающий элемент, т. е. у сдвиго-взброса крутое, а у взбросо-сдвига пологое склонение вектора смещения в плоскости сместителя. У обоих относительно поднято висячее крыло.

**Диапазоны электромагнитных волн, используемые при дистанционном зондировании Земли** – ультрафиолетовый, видимый (оптический, панхроматический), инфракрасный (ИК-диапазон), радиоволновый. В свою очередь каждый из этих диапазонов делится на поддиапазоны (зоны спектра).

**Дислокация** – см. деформация.

**Деформация (deformatio – искажение)** – в геологии изменение формы и объема горной породы отдельных участков земной коры под действием тектонических сил.

**Дизъюнктив, дизъюнктивная дислокация** – см. разрыв.

**Количественный спектральный дистанционный образ** – элементы земной поверхности и объектов на ней, выраженные в спектральных характеристиках.

**Космоструктурное картографирование** – составление структурных карт по результатам дешифрирования космических снимков.

**Космоструктурные исследования** – анализ и оценка возможности выявления структурных форм осадочного чехла по космическим снимкам.

**Ловушки нефти и газа** – термин впервые был введен Мак-Коллофом в 1934 г. и применялся к разнообразным коллекторам нефти. В настоящее время ловушкой называют объем полости, которая может вместить нефть или газ вне зависимости от ее формы и условий возникновения, но при наличии способности к аккумуляции и консервации нефти и газа в ней. Выделяют основные типы ловушек нефти и газа: структурный, стратиграфический и комбинированный.

**Малоамплитудные дислокации** – разрывно-флексурные нарушения с амплитудой порядка нескольких метров.

**Мультиспектральная (многозональная, многоспектральная) съемка** – дистанционная съемка земной поверхности одновременно в нескольких диапазонах (зонах спектра) электромагнитных волн.

**Мультиспектральные (многозональные, многоспектральные) изображения (снимки)** – изображения, полученные в результате мультиспектральной съемки.

**Надвиг** – разрывное нарушение обычно с пологим (до 45° или не более 60°) наклоном сместителя, по которому висячий бок поднят относительно лежачего и надвинут на него.

**Пассивная радиолокационная съемка** – получение изображений земной поверхности и объектов на ней путем приема радиолокационной аппаратурой естественного излучения от поверхности Земли и объектов на ней.

**Разрыв (разрывное нарушение)** – общее название многих видов тектонических нарушений, сопровождаемых перемещением разорванных частей геологических тел относительно друг друга. В русской геологической литературе XIX и начала XX веков встречается лишь название отдельных видов разрывов. Позднее стали применяться термины дизъюнктив и дизъюнктивная (разрывная) дислокация, а затем их отчасти заменили термины тектонический разрыв, разрывное смещение, разрывное нарушение, дизъюнктивное нарушение, разлом (очень часто в региональных описаниях).

**Рельефообразование** – создание форм рельефа под действием рельефообразующих процессов (эндогенных и экзогенных) и их агентов (агенты морфогенеза).

**Сбросо-сдвиг** – разрывы с вертикальным или наклонным сместителем и косым смещением по отношению к падению (и простиранию) сбрасывателя, комбинирующие элементы сдвига и сброса. По предложению Белоусова (1952) на последнем месте ставится термин, выражающий преобладающий характер смещения, т. е. у сбросо-сдвига склонение вектора перемещения пологое, а у сдвига-сброса – крутое. В обоих случаях висячее крыло смещено вниз.

**Сдвиго-взброс** – см. взбросо-сдвиг.

**Сдвиго-сброс** – см. сбросо-сдвиг.

**Сместитель** – плоскость, по которой происходит смещение крыльев осадочного чехла.

**Структура** – пространственная форма. Говорят о структуре Земли в целом, о структуре ее отдельных областей, районов и небольших участков. Часто структурой называют различные

типы складок, поднятий, куполов и другие элементарные формы залегания геологической породы. В нефтяной геологии под термином структура часто понимают приподнятые, положительные тектонические формы (антиклинальные, брахиантиклинальные, диапировые и др. складки, купола, своды и пр.), благоприятные для образования залежей нефти и газа.

**Структурная геология** – раздел геотектоники, изучающий формы залегания геологических пород и тектонические нарушения (скалчатые, разрывные, магматогенные) Земли в целом, а также разрабатывающий классификацию этих форм в связи с их закономерным размещением и сочетанием в земной коре по глубине и площади. Обычно структурная геология занимается структурными формами малого и среднего размера, оставляя крупные формы геотектонике.

**Структурная карта** – отражает только морфологию и типы тектонических форм, но не раскрывает историю их формирования и особенности развития.

**Структурное картографирование** – составление карт структурных форм залегания геологической породы.

**Тепловая дистанционная съемка** – дистанционная съемка с помощью специальных устройств в дальнем инфракрасном диапазоне электромагнитных излучений.

**Траппы** – употребляется как общее название основных пород (долеритов, диабазов, диабазовых порфиритов, базальтов и др.), развитых на платформе, произошедших из толеитовой магмы и относящихся к определенной магматической форме.



Испания.  
Синтезированное  
цветное изображение в  
естественных цветах.

# Отраслевой медиа-проект **GeoTop**

- Интернет-каталог
- Печатный справочник
- Wap-каталог

## **Тематика:**

Геодезия, картография, ГИС, землеустройство, фотограмметрия ...

## **Деятельность:**

Рекламно-информационные услуги в сети Интернет и печатном издании

## **Миссия:**

Достоверно и современно предоставлять в сети Интернет и печатном издании информацию о всех российских и крупных зарубежных организациях и Интернет-проектах, работающих в области геодезии, картографии, ГИС, землеустройства, фотограмметрии, ДЗЗ и т.п.



# GeoTop

Web: [www.geotop.ru](http://www.geotop.ru)

Wap: [wap.geotop.ru](http://wap.geotop.ru)

E-mail: [mail@geotop.ru](mailto:mail@geotop.ru)