Изображения в ArcGIS®

Современный подход. Новый взгляд.

Редакторы Клинт Браун и Кристиан Хардер

Изображения в ArcGIS®

Современный подход. Новый взгляд.

Esri Press
Редлендс, Калифорния

Esri Press, 380 New York Street, Редландс, Калифорния, США 92373-8100
Copyright © 2016 Esri
Все права защищены.

Издано в США
19 18 17 16 15 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Информация, содержащаяся в данном документе, является исключительной собственностью компании ESRI, если не указано иное. Эта работа защищена законом Соединенных Штатов об авторском праве и другими международными договорами и конвенциями об авторских правах. Никакая часть данной работы не может быть воспроизведена или передана другим лицам в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотокопирование или запись, или посредством любого хранения информации или системы поиска информации, кроме как в случае письменного разрешения, выданного ESRI. Все запросы направлять: Все запросы направлять на имя директора по связям и правовым вопросам, ESRI, 380 New York Street, Редландс, Калифорния 92373-8100, США.

Информация, содержащаяся в этом документе, может быть изменена без предварительного уведомления.

Ограничения прав Правительством США: Любое программное обеспечение, документация и/или данные здесь и далее являются терминами Лицензионного соглашения. Использование программного продукта, а также копирование данных и документации должны осуществляться в строгом соответствии с условиями Лицензионного соглашения. Правительство США ни в коем случае не должно получать больше чем ОГРАНИЧЕННЫЕ ПРАВА. Минимально: использование, дублирование, или разглашение Правительством США ограничивается условиями изложенными в FAR §52.227-14 Alternates I, II, III (DEC 2007); FAR §52.227-19(b) (DEC 2007) и/или FAR §12.211/12.212 (Коммерческие и Технические Данные/Компьютерное программное обеспечение); и DFARS §252.227-7015 (DEC 2011) (Технические Данные – Коммерческие элементы) и/или DFARS §227.7202 (Компьютерное программное обеспечение и документация к компьютерному программному обеспечению), которое применимо. Адрес поставщика/производителя: ESRI, 380 Нью Йорк Стрит, Редландс, Калифорния 92373-8100, США.

@esri.com, 3D Analyst, ACORN, Address Coder, ADF, AML, ArcAtlas, ArcCAD, ArcCatalog, ArcCOGO, ArcData, ArcDoc, ArcEdit, ArcEditor, ArcEurope, ArcExplorer, ArcExpress, ArcGIS, arcgis.com, ArcGlobe, ArcGrid, ArcIMS, ARC/INFO, ArcInfo, ArcInfo Librarian, ArcLessons, ArcLocation, ArcLogistics, ArcMap, ArcNetwork, *ArcNews,* ArcObjects, ArcOpen, ArcPad, ArcPlot, ArcPress, ArcPy, ArcReader, ArcScan, ArcScene, ArcSchool, ArcScripts, ArcSDE, ArcSdl, ArcSketch, ArcStorm, ArcSurvey, ArcTIN, ArcToolbox, ArcTools, ArcUSA, *ArcUser,* ArcView, ArcVoyager, *ArcWatch,* ArcWeb, ArcWorld, ArcXML, Atlas GIS, AtlasWare, Avenue, BAO, Business Analyst, Business Analyst Online, BusinessMAP, CityEngine, CommunityInfo, Database Integrator, DBI Kit, EDN, Esri, esri.com, Esri—Team GIS, *Esri—The GIS Company,* Esri—The GIS People, Esri—The GIS Software Leader, FormEdit, GeoCollector, Geographic Design System, Geography Matters, Geography Network, geographynetwork.com, Geoloqi, Geotrigger, GIS by Esri, gis.com, GISData Server, GIS Day, gisday.com, GIS for Everyone, JTX, MapIt, Maplex, MapObjects, MapStudio, ModelBuilder, MOLE, MPS—Atlas, PLTS, Rent-a-Tech, SDE, SML, Sourcebook•America, SpatiaLABS, Spatial Database Engine, StreetMap, Tapestry, логотип ARC/INFO, логотип ArcGIS Explorer, логотип ArcGIS, логотип ArcPad, логотип Esri globe, логотип Esri Press, The Geographic Advantage, The Geographic Approach, логотип GIS Day, логотип MapIt, The World's Leading Desktop GIS, *Water Writes,* и Your Personal Geographic Information System являются торговыми, сервисными или зарегистрированными марками Esri в США, ЕС и в некоторых других юрисдикциях. CityEngine является зарегистрированной торговой маркой соглашения по процедурным вопросам, распространяемой по лицензии Esri. Прочие компании и продукты или сервисы, упомянутые здесь, могут являться торговыми, сервисными или зарегистрированными марками, принадлежащими их соответствующим владельцам.

Ищите книги Esri Press в книжных магазинах или закажите, позвонив по номеру 800-447-9778 либо на сайте esri.com/esripress. Если вы находитесь за пределами территории США, свяжитесь с местным дистрибьютором, либо покупайте онлайн на сайте eurospanbookstore.com/esri.

Книги Esri Press продаются следующими компаниями:

В Северной Америке:
Ingram Publisher Services
Бесплатный номер телефона: 800-648-3104 Бесплатный факс: 800-838-1149
E-mail: customerservice@ingrampublisherservices.com

В Великобритании, Европе, Ближнем Востоке, Африке, Азии и Австралии:
Eurospan Group, 3 Henrietta Street, London WC2E 8LU, United Kingdom
Телефон: 44(0) 1767 604972 Факс: 44(0) 1767 601640
E-mail: eurospan@turpin-distribution.com

Все изображения являются собственностью Esri, если не указано иное.

На обложке: *Цифровой портрет Земли, на создание которого вдохновили изображения Земли в виде «голубого шара», выполненные во времена космического корабля Аполлон. При создании обложки ученые Лаборатории по изучению атмосферы авиационного космического центра им. Годдарда соединили данные со спутника Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES), сенсора Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS) и спутников Polar Orbiting Environmental Satellites (POES) с моделью рельефа USGS земной топографии. Западное полушарие планеты изображено с изумительной детализацией, густая растительность представлена зелёным, редкая – желтым цветом, пики гор и равнинные низменности были вытянуты в 50 раз, чтобы подчеркнуть вертикальный рельеф. По западному побережью Северной Америки прошёлся катастрофический ураган Линда.*

На задней стороне обложки: *Астронавт Вильям Андерс и экипаж корабля Аполлон-8, были первыми, кто покинул Земную орбиту и вышел на орбиту луны 24 декабря 1968. Легендарный снимок сделанный Андерсом камерой Hasselblad, который потряс мир.*

Содержание

Предисловие vi
Лори Джордан

Как работает эта книга vii

Глава 1 1
Изображения как ключ к знанию
Розеттский камень географии

Глава 2 19
Природа дистанционного зондирования
Информация, собранная на расстоянии

Глава 3 35
Обработка изображений
Синергетика ГИС и снимков

Глава 4 51
Увидеть то, что было незримым
Сенсоры расширяют границы человеческого видения

Глава 5 73
Превращение изображений в информацию
Анализ изображений как метод познания

Глава 6 91
Создание нереальных миров наяву
Включение нового измерения в 3D-изображениях

Глава 7 113
Спутниковые изображения в четвертом измерении
Величайшая в мире машина времени

Глава 8 133
Очень Большие данные
Управление данными изображений – большая проблема больших данных

Глава 9 149
Будущее начинается сейчас
Карта будущего – это умное изображение

Авторы и благодарности 165

Сведения об авторах 166

Предисловие

С самого начала развития современных информационных технологий существует особая связь между ГИС и данными дистанционного зондирования. В 1960х и 1970х годах вычислительные системы для ГИС были громоздкими, работали на перфокартах, стоили чрезвычайно дорого, а их скорость оставляла желать лучшего, но практически все фундаментальные слои данных в этих ранних системах были напрямую или косвенно получены из снимков. С момента своего появления ГИС и дистанционное зондирование дополняли друг друга, как две стороны одной монеты. И развивались они тоже вместе.

В 1972 году случилась революция в технологии, был запущен Landsat, первый коммерческий спутник для наблюдения Земли и получения космических снимков. Он непрерывно движется на земной орбите и каждые 16 дней делает новый снимок для обозреваемой территории. Со своей высоты он позволяет получать совершенно отличную от возможного раньше картину планеты и процессов, происходящих на ней. Он даёт не только новый ракурс, он даёт новое видение возможностей применения ГИС-технологий. Запуск этого спутника был началом революции в коммерческом наблюдении Земли, и она продолжается сейчас. С невероятной скоростью растет число малых спутников, микроспутников, космических видеокамер, беспилотников, летающих на больших высотах, и других устройств.

ГИС и дистанционное зондирование движутся вместе на протяжении более 50 лет. Какие же дальнейшие перспективы у этих двух союзников?

Простота и скорость – главные цели. Несомненно, что будущее за простотой и легкостью. Сейчас мы видим, как эта современная технология управляется с невероятным массивом данных от распределенных по всему миру сенсоров, то что называется сейчас Internet of Things, обширную коллекцию потоков динамичной актуальной информации, которая насыщает и становится сердцем веб-ГИС. Важно, что эта сеть оперирует в реальном времени, предоставляя доступ к нашему собственному «Internet of All My Things» через многочисленные устройства, использующие новую геоинформационную модель.

Несмотря на всю силу развитых технологий изображения – ключ к осознанию. Известная фраза Эйнштейна: «Если я не могу увидеть это, я не могу это понять.» Мы знаем предмет, когда можем увидеть его.

И теперь быстро развивающиеся технологии, сочетающие изображения и данные пространственного анализа, открывают новые главы в истории ГИС. Активно включается сообщество, применяя преимущества растущих возможностей географии и интуитивного понимания, достигаемого благодаря изображениям, помогающим «видеть» во всех ракурсах.

Мы любим говорить, что карта будущего – это умное изображение.

Лори Джордан, Руководитель департамента данных дистанционного зондирования Esri Первый, кто начал заниматься обработкой снимков и данных дистанционного зондирования.

Видео: Карта будущего – умное изображение

Как работает эта книга

См. интерактивный вариант книги на www.TheArcGISBook.com

Цель этой книги состоит в том, чтобы показать вам – ГИС-специалистам, разработчикам приложений, веб-дизайнерам, сотрудникам в других областях – как стать профессионалом в работе с ГИС и данными дистанционного зондирования. Или другими словами, поделиться с вами новейшими знаниями и методами для раскрытия мощного потенциала изображений с помощью ГИС. Изображения внезапно стали очень важны, и специалисты, которые находят, анализируют и понимают их информацию в настоящее время чрезвычайно востребованы.

Аудитория

Эта книга будет интересна широкому кругу читателей. В первую очередь, конечно, для мирового сообщества профессионалов в ГИС и картографии, людей, которые каждый день работают с картами и геопространственными данными, особенно для тех, кто желает больше и лучше использовать изображений в своих ГИС-приложениях. Книга будет интересна специалистам по обработке и аналитике данных, картографам, сотрудникам государственных учреждений, градостроительного планирования или другим ГИС-специалистам, которые уже применяют веб-технологии и публикуют географическую информацию в общий доступ. Для тех, кто понимает значимость изображений, как потрясающую технологию получения данных, которые хорошо интегрируются с традиционными векторными геопространственными данными.

Другая часть аудитории – это люди, новички в ГИС, которые интересуются возможностями данных изображений. Они занимаются различной деятельностью: запускают беспилотники для съёмки с целью создания карты студенческого городка, ведут проекты по развитию недвижимости, перепланировки территорий, социологи, блоггеры, размещающие информацию об изменении климата. Эти люди обращаются к ГИС-технологиям, движимые интересом к изображениям дистанционного зондирования.

И наконец, эта книга предназначена для тех, кто просто любит изучать мир и рассматривать восхитительные снимки Земли. Являетесь ли вы специалистом или просто любите географию, эта книга и её электронный вариант, который можно найти по адресу *TheArcGISImageryBook.com* предоставят вам широкое разнообразие изумительных и заставляющих задуматься снимков, а также ссылки на карты и мощные веб-приложения для работы с изображениями, которые содержат в себе чрезвычайно интересные истории о нашей планете. Единственным условием является искреннее желание глубже понять наш мир, используя для этих целей изображения и картографию.

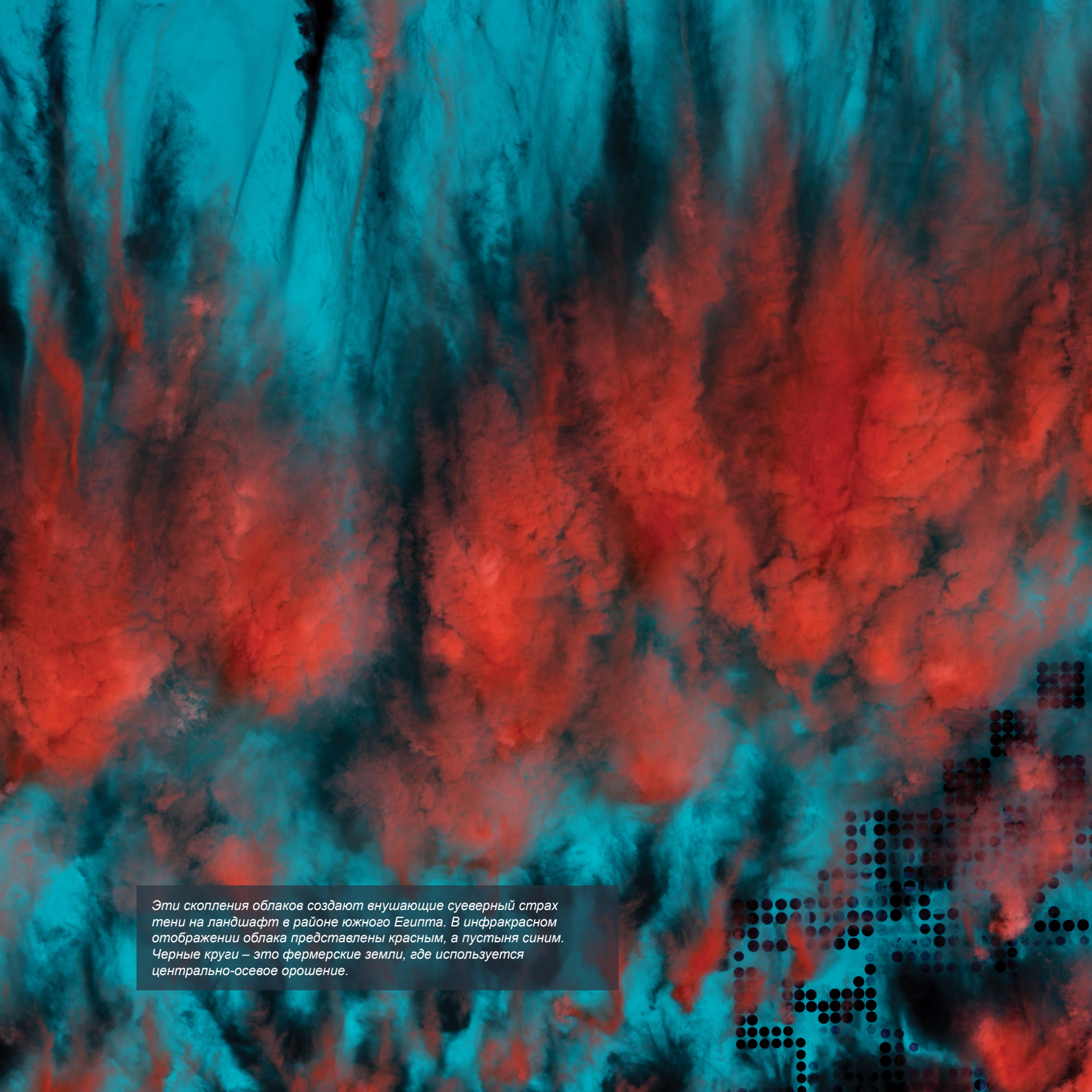
Узнавайте и пробуйте

В этой книге не только текст, но и множество интерактивных ресурсов и возможностей для практики. Вам понадобится персональный компьютер с доступом в интернет. В процессе чтения вы можете переходить по интерактивным ссылкам и работать с увлекательными картами и приложениями, созданными другими пользователями, выполнять уроки, чтобы научиться создавать собственные карты и приложения. Ресурсы книги насчитывают более 200 карт, приложений, видео-файлов и изображений и доступны по ссылкам из *TheArcGISImageryBook.com*.

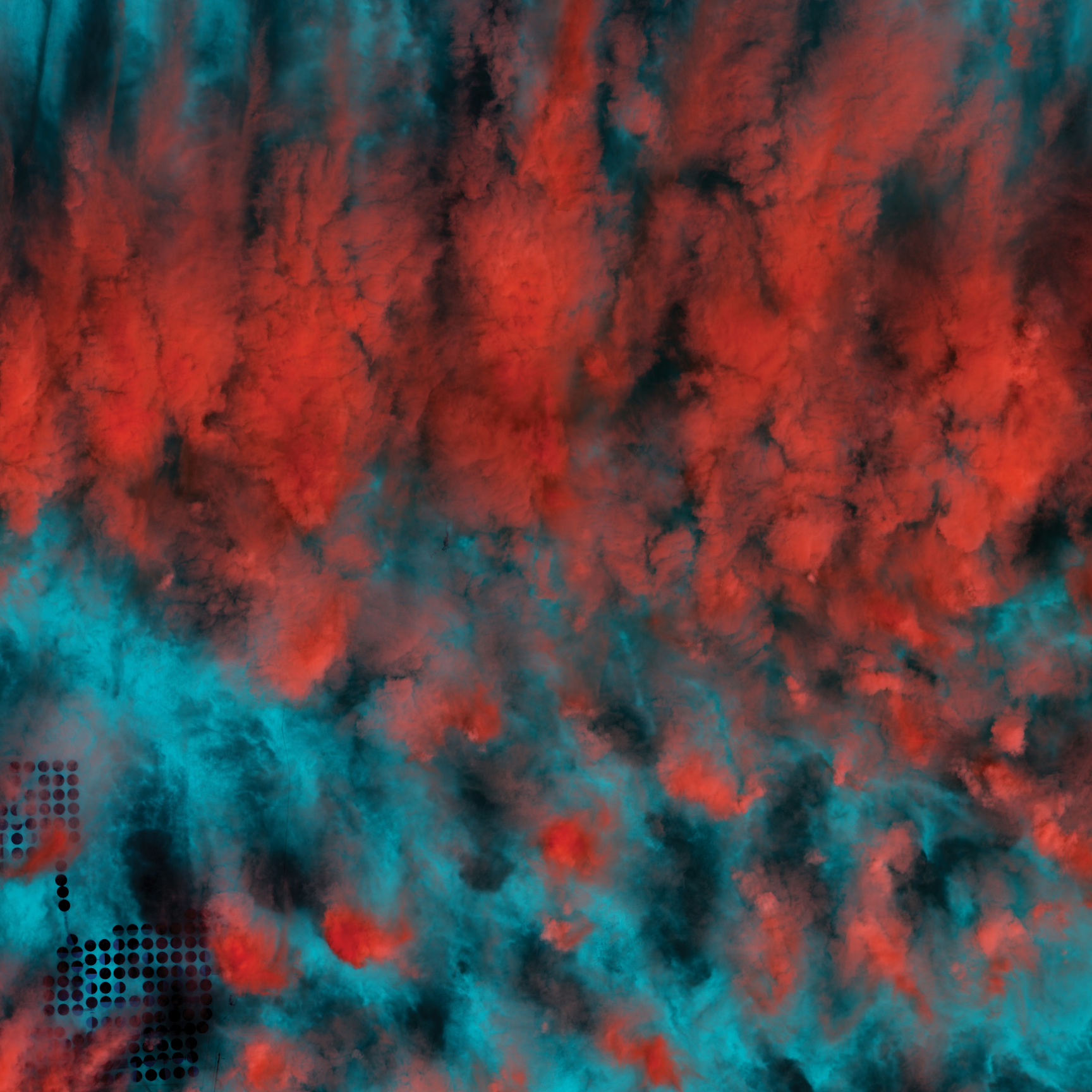
Эта книга повествует о применении изображений в ArcGIS, полнофункциональной веб-ГИС платформе, и входит в серию книг о замечательных идеях, которые воплощаются в реальность с помощью современных технологий. Если вы никогда не работали с ГИС, рекомендуем обратиться к первой книге из этой серии: *Мир ArcGIS. География в нашей жизни – 10 замечательных идей*. Первая книга не является обязательной для понимания этой книги, однако она послужит хорошим фундаментом знаний.

Об интерактивных ресурсах

Чтобы открыть ссылки на интерактивные веб-ресурсы, вам необходимо работать либо с PDF-версией книги, либо с сайтом www.thearcgisimagerybook.com.



Эти скопления облаков создают внушающие суеверный страх тени на ландшафт в районе южного Египта. В инфракрасном отображении облака представлены красным, а пустыня синим. Черные круги – это фермерские земли, где используется центрально-осевое орошение.



01

Изображения как ключ к знанию

Розеттский камень географии

Технология Географических информационных систем (ГИС) является одновременно интуитивно понятной и наглядной. Она сочетает мощные возможности для визуализации объектов реального мира и создания карт с инструментами анализа и моделирования. Данные дистанционного зондирования Земли – часто называемые в кругах ГИС просто *спутниковыми снимками* – это определяющее визуальное понятие в сердце ГИС. Они предоставляют ключ, Розеттский камень географии, который помогает раскрыть тайны существования и механизмы функционирования нашей планеты. Когда мы смотрим на фотографии Земли, сделанные с высоты, мы сразу понимаем, для чего нужны ГИС.

Спутниковые изображения улучшают понимание общей картины

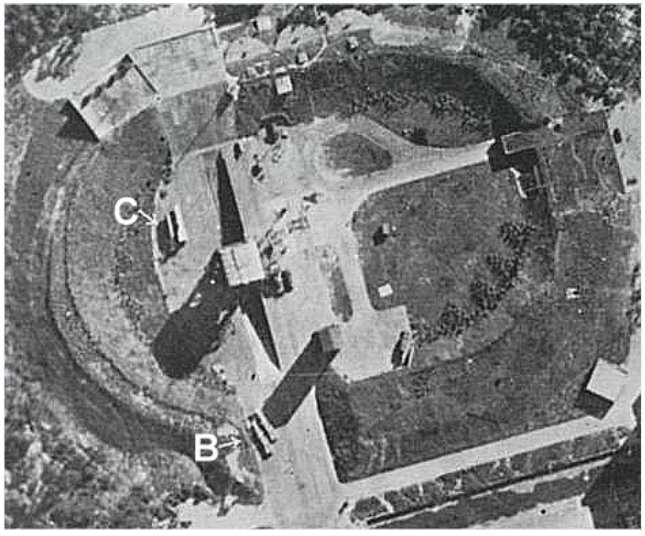
Видеть - значит не только поверить, но также и воспринять

История спутниковых изображений как инструмента наблюдения Земли начинается с фотографии. В начале двадцатого века фотосъемка претерпела значительные изменения, а также прошла социальную адаптацию. Фотографии не только предлагали человечеству новый, доступный тип визуального представления – они также предлагали изменение перспективы. Увеличивалось использование цветной фотографии. Кинофильмы и телевидение пришли к тому виду, который мы знаем сегодня. А человечество взялось за полеты на самолетах, что, впервые в истории, позволило сделать фотографии земной поверхности сверху. Это было время глобальных изменений в создании карт и изучении явлений, и именно эти изменения привели к совершенно новому способу видения мира.

Вторая Мировая Война: Шпионаж и сбор разведывательной информации

Во время Второй Мировой Войны стали очевидны многочисленные преимущества использования спутниковых изображений в разведывательных целях. Союзные войска начали использовать фотографии со смещением на одну и ту же область интереса, комбинируя их для создания фото стереопар, чтобы обогатить возможности сбора разведывательных данных. Во время одной из множества разведывательных операций (названной Операция Арбалет) пилоты, управляющие самолетами, нагруженными оборудованием для фотосъемки настолько, что не оставалось места для оружия, отсняли несколько тысяч фотографий занятой врагом территории. Полученные в результате этого рейда наборы данных требовали интерпретации и анализа сотен тысяч фото стереопар аналитиками службы разведки.

Эти 3D-аэрофотографии позволяли аналитикам определить точные местоположения хорошо замаскированной ракетной техники, разработанной в Германии. Это стало ключевым моментом в обнаружении ракетных систем, нацеленный на Великобританию, что спасло тысячи жизней и приблизило конец Второй Мировой Войны. BBC создало прекрасный документальный фильм, посвященный этой теме (*Операция Арбалет: Как 3D-очки помогли победить Гитлера*).



Стереоскопические изображения стали инструментом идентификации предприятий, участвовавших в ракетной программе нацистов. Фотография выше показывает стерео очки, использовавшиеся для просмотра фотопар со смещением. Эта фотография, сделанная в июне 1943 г. (слева) первой помогла выявить функционирующие орудия. Две ракеты V2 длиной в 40 футов видны лежащими горизонтально в (B), но только в декабре обнаружили, что структура в (C) была прототипом катапульты, использующей бомбы.

1969: Рассвет внеземного человечества

Первые люди на Луне

В ранние 1960-е, большинство людей сказали бы, что совершенно невозможно представить человека, гуляющего по Луне. Однако в июле 1969 г. переданные с Луны на Землю телевизионные изображения показали Нейла Армстронга и Базза Алдрина, прыгающих по лунной поверхности, что доказало, что перемещение по поверхности Луны возможно не только теоретически – это происходило на наших глазах. Видеть - значило поверить.

Когда Армстронг, Алдрин и последующие лунные астронавты направляли свои камеры в сторону Земли, неожиданное преимущество стало очевидным: человечеству предоставлялась новая перспектива родной планеты – что возвестило принятие и использование спутниковых снимков Земли.

В декабре 1972 г. астронавты Apollo 17 сделали эту легендарную фотографию Земли из космоса – знаменитую фотографию «Голубой мрамор», предлагающую человечеству новый взгляд на планету Земля и на наше место во вселенной.

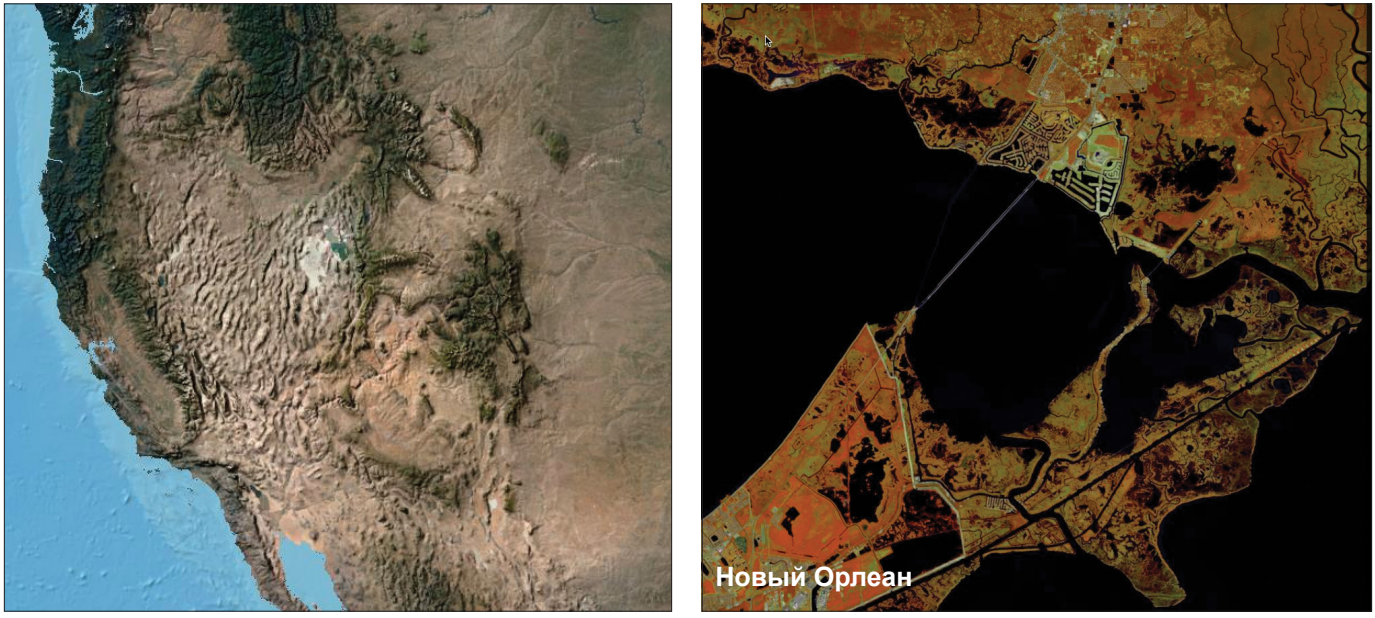
Астронавт Базз Алдрин, миссия Apollo 11, на Луне, июль 1969 г. Фото астронавта Нейла Армстронга (отражающегося в шлеме Алдрина).

1972: Программа Landsat

Предоставляет первые космические снимки поверхности Земли

В 1972 г. та же космическая технология, что была разработана для доставки людей на Луну, привела к запуску первого спутника Landsat. Миссия Landsat подарила нам новые, необыкновенные виды нашей планеты. Это были выходящие за все рамки, ориентированные на гражданское население, широко доступные спутниковые снимки, которые не только показали нам все, что можно увидеть на поверхности Земли, но также предоставили некоторую невидимую глазу информацию, так как позволили визуализировать данные электромагнитного излучения. Мы можем видеть Землю под совершенно новым углом.

Эта программа постоянного наблюдения за Землей продолжается по сей день, параллельно с сотнями других спутников и зондов дистанционного зондирования. Как национальные, так и (с недавнего времени) частные компании также запустили некоторое число миссий для сбора спутниковых изображений Земли, тем самым позволяя нам непрерывно обозревать и контролировать нашу планету.



Сенсоры Landsat постоянно создают и публикуют фотографии Земли, начиная с 1970-х годов. Ранее ученых приводила в восторг мысль о значении новых, открывающихся перспектив. Сегодня огромное число спутников снимает Землю тысячи раз в день, создавая обширный виртуальный каталог изображений нашей планеты. Веб-ГИС подключается к этим изображениям, чтобы позволить практикам задавать широкий круг вопросов и решать головоломки, которые встречаются нам на Земле.

Показать мне мой дом!

2005: Начало новой эры ГИС

Немногим больше десятилетия назад, казалось, весь мир осознал великую силу изображений Земли сверху. Мы начали с изучения непрерывной, многомасштабной карты изображений мира, предоставленной интерактивно компанией Google и другими картографическими компаниями. Являющиеся комбинацией спутниковых снимков и аэрофотографий, эти изображения Земли помогли нам осознать всю мощь спутниковых изображений, и люди по всему миру начали узнавать то, что пользователи ГИС уже знали. Мы мгновенно приближались к своему району и видели в локальном масштабе, где мы находимся по отношению к миру. Эта возможность погружения позволила нам увидеть наши локальные населенные пункты и районы через новый магический микроскоп. Соответственно, далее мы обратили внимание на более важные моменты в мире, за пределами наших локальных местоположений. Результатом стал абсолютно новый способ изучения и осознания мира вокруг нас.

Эти простые картины пленяли человеческое воображение, предоставляли новые перспективы и вдохновляли на поиск новых возможностей. Сегодня буквально любой человек с доступом к Интернету может увидеть свой ежедневный мир с совершенно новых сторон, нацелившись на своей район. Кроме того, люди повсеместно ценят огромные возможности, таящиеся в сочетании любых видов слоев карты с снимками, приводящие к обогащению знаниями.

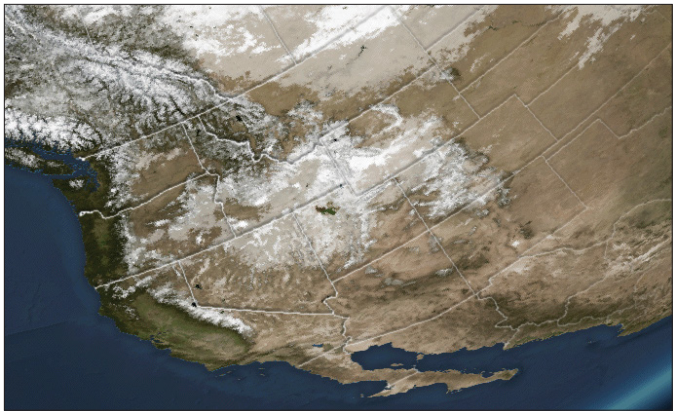
Буквально завтра каждый человек, имеющий доступ к компьютеру, станет пользователем ГИС.

Изначально мы радовались возможности рассмотреть свой дом и окружающую его местность через эту новую призму. Этот опыт повсеместно перевернул представление людей об их месте в современном мире. Мы моментально посещали любые известные нам места. Сегодня мы продолжаем путешествовать в отдаленные места, которые хотели бы посетить. Фотографии с воздуха предоставили новый контекст и навсегда изменили человеческое восприятие. Этот тур по карте предлагает увидеть выбранные области в нескольких регионах, где доступны спутниковые снимки сверхвысокого разрешения.

Спутниковые снимки расширяют ваше видение

Взгляд на видимое, невидимое, прошлое и будущее

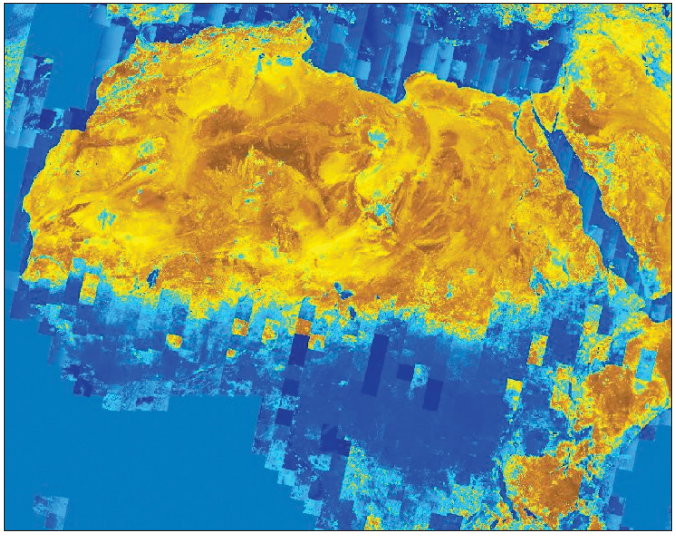
Видеть - значит поверить. Наблюдение мира с помощью цветных спутниковых снимков предлагает множество информации и доступно мгновенно, предоставляя полную визуальную картину и новые знания. Спутниковые изображения ведут гораздо дальше, чем наши глаза способны вести нас – они также позволяют нам видеть мир в его настоящем состоянии. И они также дают нам возможность заглянуть в прошлое и предсказать будущее, воспринять и понять Землю, ее процессы, а также эффекты и временные рамки человеческой активности. Что еще более удивительно, спутниковые снимки позволяют нам взглянуть на невидимое, увидеть визуальные представления отраженной энергии через полный электромагнитный спектр, и помочь принять взвешенные и информированные решения о критических проблемах, ожидающих Землю и все живое на ней.



Понимание сезонных климатических закономерностей

Глобальные спутниковые данные собираются непрерывно, что позволяет нам наблюдать мир в действии. Собирая изображения в течении некоторого промежутка времени, мы можем начать отображать, анимировать, анализировать и понимать циклы Земли, понимать, откуда мы пришли и куда направляемся.

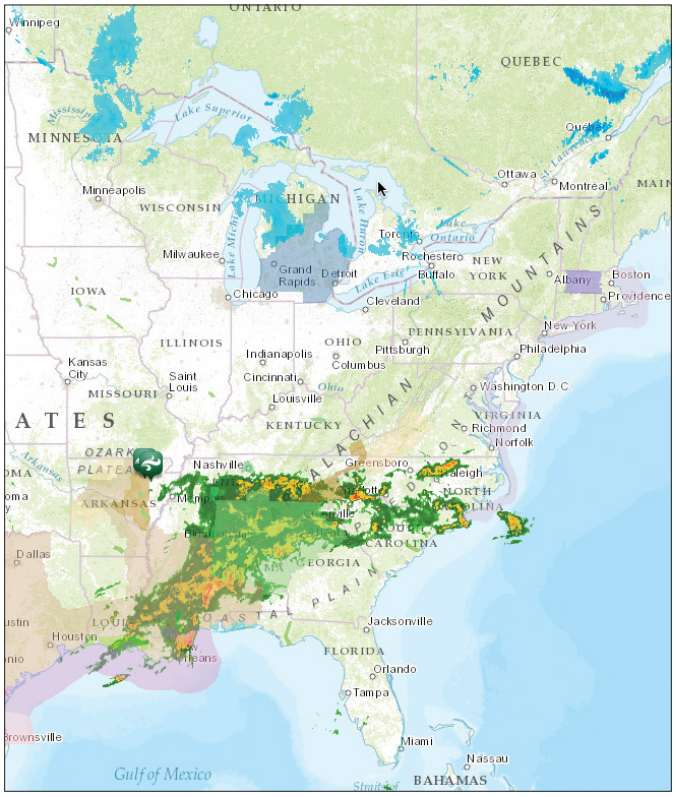
Погода обеспечивает «легкие планеты» снегом и льдом, доставляя драгоценную воду, которая поддерживает существование всех живых форм. Изображение показывает сезонные погодные циклы выпадения осадков над Североамериканским континентом.



Увидеть за пределами видимого

Спутниковые изображения позволяют нам увидеть нечто за пределами возможностей человеческих глаз, снабжая нас новыми научными видами Земли. Спутники имеют сенсоры, измеряющие невидимую информацию, такую как инфракрасная энергия, по всему спектру электромагнитной энергии, что позволяет нам создавать и анализировать множество новых наземных видов нашей планеты.

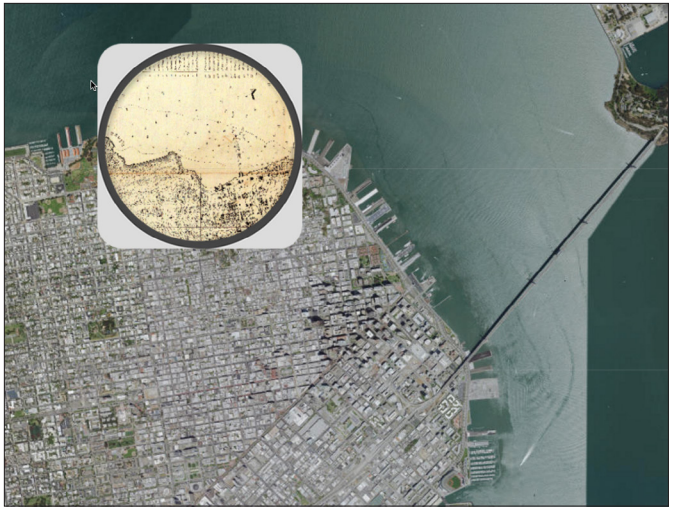
Это ложно-цветное изображение поверх Северной Африки показывает области с высоким и низким уровнем влажности в растительности, сравнивая ближний инфракрасный (канал 5) и коротковолновой инфракрасный (канал 6). Более теплые цвета отражают жаркие области на карте. Полосатая схема отражает контуры сцен Landsat 8, иллюстрируя ее непрерывную орбиту вокруг Земли. Каждое местоположение сцены спутник посещает приблизительно раз в 16 дней.



Ежедневные прогноз и отслеживание погоды

Развитие погодных наблюдений и спутниковых снимков за последнее десятилетие привели к существенному увеличению точности прогнозов погоды. Была расширена ГИС-интеграция погодных данных для управления операциями, преимуществами этого могут пользоваться фермеры, команды быстрого реагирования, районные отделы образования, отделы телекоммуникаций и многие другие. Сенсоры – от глобальных погодных спутников до находящихся на земле локальных погодных инструментов – помогают экспертам отслеживать и предсказывать погодные события, как никогда раньше. Сеть сенсоров стала гиперлокальный, помогая выполнять непрерывный прогноз погодных событий в различных районах. Мы можем получить доступ к точному прогнозу погоды для своего района на ближайший час.

Этот слой, полученный с радара для материковой части США от AccuWeather, показывает выпадение осадков в реальном времени. Эти погодные наблюдения (практически в реальном времени), совместно с прогнозом погоды, управляются с помощью наблюдений за снимками.



За пределами очевидного

Спутниковые снимки позволяют вам кинуть взгляд в прошлое, а также объединить исторические виды с текущими снимками. Снимки поставляются в очень простом формате, позволяя накладывать их поверх других карт и изображений, как многослойный «виртуальный бутерброд».

Это уникальное приложение лупы показывает, как город Сан-Франциско разрастался, начиная с исторического поселения на берегу. Так как город расположен вдоль Разлома Сан Андреас, расширение в сторону залива потребовало нахождения уникальных технологий, например, инженеры-строители разработали методику сброса материалов вниз с высоты 200 футов на скальную породу.

Слово профессионалу: Джек Данджермонд

Геоинформационные системы теперь полностью включают обработку изображений

С начала времен полевых работ ГИС-специалисты выполняли обработку изображений и работу с ГИС в различных системах. В течение долгих лет из-за ограничений на обработку и хранение данных, эти отдельные системы были необходимы. Некоторым пользователям были нужны обе системы. Пользователи выполняли обработку изображений в отдельной системе спутниковых снимков, чтобы создать ключевые слои данных, и затем загружали полученные результаты в свою ГИС. И хотя обе системы имели географическую основу, мы принимали как должное, что это были отдельные системы и задачи – и даже использовали различных специалистов для работы в этих системах. И каждая из систем имела свои сообщества и подходы. Всегда существовало понимание, что системы спутниковых данных и ГИС являлись отдельными технологиями, хотя и тесно связанными.

С практической точки зрения, однако, это не имеет большого смысла. Обеим технологиям требовалась геопространственная среда для работы с информацией. Обе системы управляли этими наборами данных, как географическими слоями. Обе системы предоставляли пространственно привязанные слои, чтобы их можно было объединять, совмещать и накладывать поверх других слоев. Конечно, одна интегрированная система имеет намного больше смысла.

Только недавно ГИС и спутниковые снимки были соединены вместе в одну интегрированную и полную систему – внутри ArcGIS. Частью этого являются новые возможности обработки изображений, которые были добавлены в ArcGIS. Обработка больших спутниковых данных и управление ими теперь без проблем работают с непрерывно расширяющейся сетью данных наблюдения Земли; миссиями беспилотников; а также новыми наземными, воздушными и спутниковыми сенсорами, которые всё больше и больше транслируют данные в онлайн-режиме. Новейшим трендом является перенос этих сложных возможностей обработки в масштабируемые облачные вычислительные сети, которые позволяют ArcGIS работать с вашими коллекциями больших данных.

Джек Данджермонд является президентом и основателем Esri, мирового лидера в разработке программного обеспечения ГИС.

Джек Данджермонд обсуждает связь спутниковых снимков и ГИС

Спутниковые изображения имеют множество применений

Диапазон приложений

Уже сейчас очевидно, что использование снимков предоставляет новые перспективы и взгляды на мир и те проблемы, которые вы хотите изучить. Использование снимков имеет множество преимуществ и возможностей.

Практически ежедневный доступ к новой информации

Сбор изображений является быстрым и становится еще быстрее. И доступ к изображениям быстро становится все более гибким и удобным. Многие спутники и сенсоры уже развернуты, и еще больше устройств появляется постоянно, собирая новые данные, добавляя их к непрерывному сбору данных – временным сериям наблюдений за нашей планетой. Эти коллекции изображений позволяют нам отображать на карте, измерять и виртуально контролировать все на или около поверхности Земли. Каждый из нас может быстро собрать большое количество данных, необходимых для работы. Спутниковые изображения стали нашим основным методом изучения, когда мы «путешествуем» к другим планетам и дальше. Мы посылаем зонды в космос и получаем результаты в основном в форме спутниковых изображений, которые предоставляют непрерывные временные серии информационных наблюдений. И это позволяет нам получать новую информацию многими интересными способами.

Взгляд назад во времени

Использование аэрофотосъемки началось сравнительно недавно. Когда в начале двадцатого века спутниковые снимки только начинали использоваться, было легко сравнивать наблюдения для существующих точек, находящихся в наших наборах снимков, по времени. Помимо этого, мы можем накладывать спутниковые изображения поверх исторических карт, что позволяет сравнивать прошлое с настоящим.

Наборы спутниковых данных ежедневно становятся все богаче и обширнее

Спутниковые изображения создают целый взрыв открытий. Многие ресурсы спутниковых снимков повторяются и разрастаются, расширяя и внося вклад в базы данных изображений для наших областей интереса. ArcGIS также масштабируется, позволяя управлять увеличивающимися, большими, динамически растущими наблюдениями за Землей. Это приводит к мгновенному получению снимков и возможности быстрой интеграции, что позволяет использовать все виды новых приложений и возможностей – например, виды до-и-после для чрезвычайных ситуаций, быстрое использование свежих собранных снимков, интерпретацию и классификацию изображений, а также возможность извлечения информации. Со временем, многие из этих методов вырастут в интересные новые направления, помогая глубже понимать наши сообщества, проблемы и вопросы, с которыми мы сталкиваемся и для решения которых мы можем использовать ГИС.

Спутниковые снимки предоставляют мощные аналитические возможности

Спутниковые снимки и их общий формат растров предоставляют широкие возможности анализа с помощью ArcGIS. И это, в свою очередь, приводит к более глубоким знаниям и новым точкам зрения на проблемы, которые нас интересуют.

Наконец совместная работа

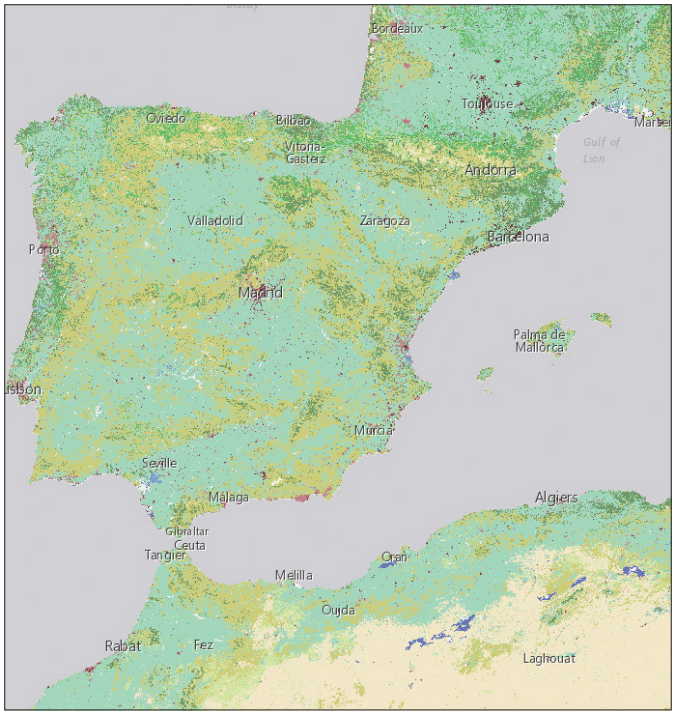
Сочетание ГИС и обработки спутниковых изображений ведет к взаимодействию

Спутниковые изображения во всех их вариациях используют один из ключевых общих форматов данных в ГИС – растр. Это один из наиболее универсальных форматов ГИС данных. Виртуально любой слой данных можно рассматривать, как растр. Это значит, что все виды данных можно объединять с вашими спутниковыми изображениями для дальнейшей интеграции и анализа.

Растры предоставляют площадку для полезных слоев ГИС-данных

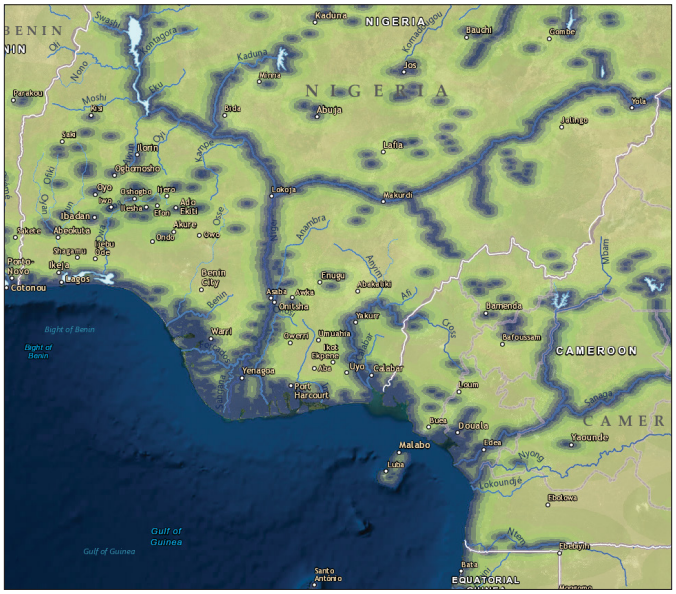
Растры, как любая цифровая фотография, представляют модель данных, которая покрывает область на карте серией пикселов или ячеек одинакового размера, которые организованы в серии строк и столбцов. Они могут быть использованы для представления рисунков в виде наборов пикселов, поверхностей, таких как высоты или близость к выбранным объектам, все виды самих объектов (другими словами, точки, линии и площади), и информацию в виде временных серий с множеством состояний для каждого периода времени.

Классифицированные данные почвенно-растительного покрова и землепользования



Почвенно-растительный покров вокруг западного Средиземноморья, из глобального набора растровых данных от MDA, содержащий преобладающие земельные характеристики с 30-метровым разрешением.

Расстояние до воды

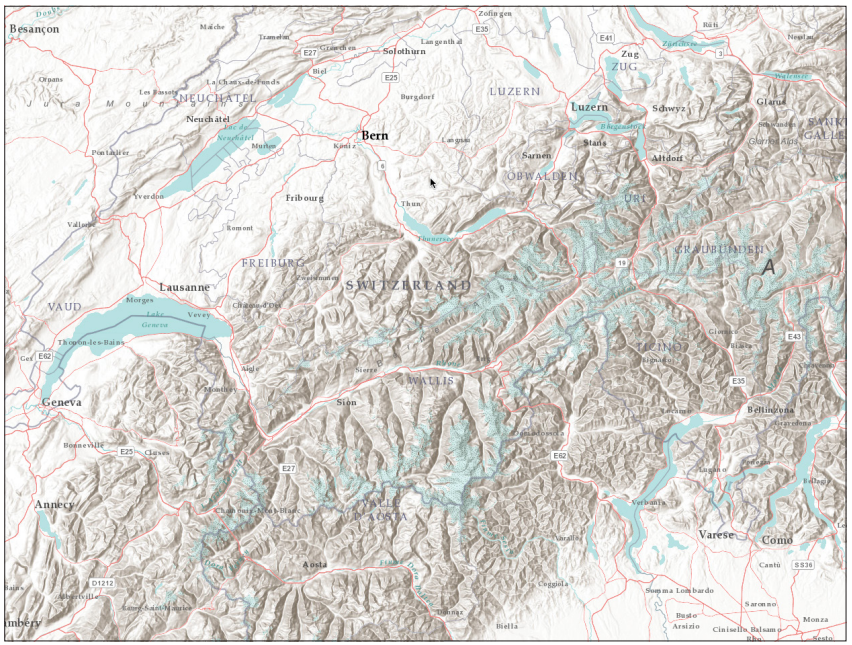


Карта близости, показывающая расстояние от каждой ячейки или пиксела до гарантированного источника пресной воды в части Западной Африки. Доступ к воде является жизненно важным как для людей, так и для представителей животного мира. Водотоки наложены сверху на сетку расстояний. Ячейки сетки, которые находятся ближе всего к воде, имеют темно-синий цвет. Цвет изменяется по мере удаления от воды.

Трехмерные сцены

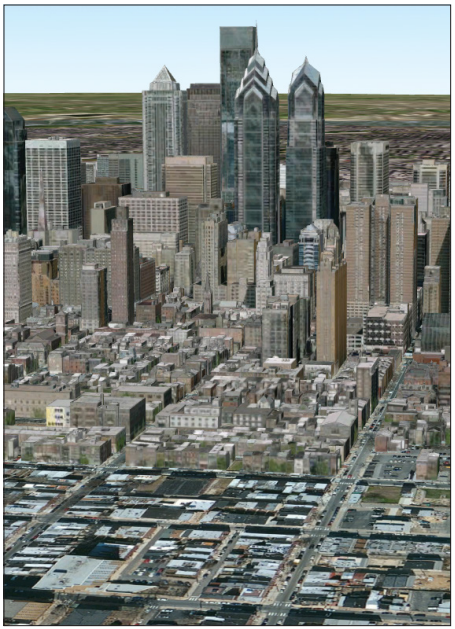
Монблан в Альпах между Францией и Италией. Приложение представляет трехмерный тур по интересным местам вокруг света.

Высоты отображаются методом цветной отмывки



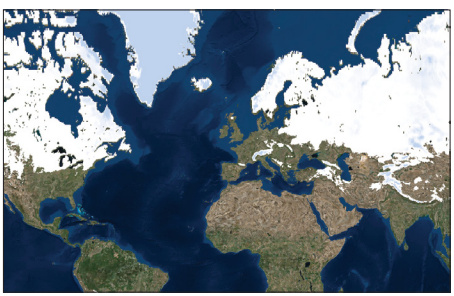
Глобальные высоты отображаются методом цветной отмывки. Это часть слоя глобальных высот, собранного из лучших доступных источников по всему миру.

Перспективные фотографии

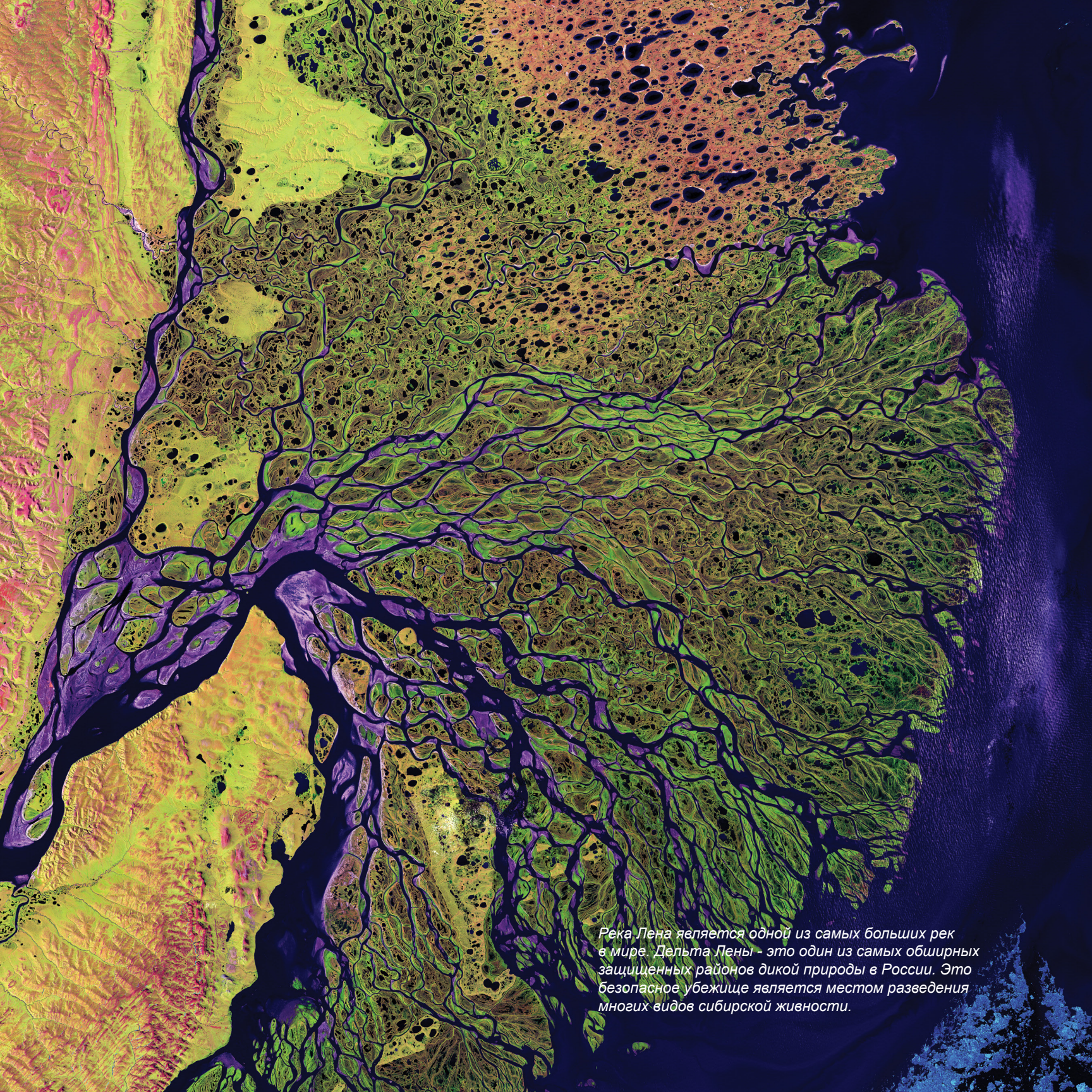


Перспективный спутниковый снимок предоставляет вид под особым углом для объектов в реальном мире, отображающий природные детали в 3D и помогающий в интерпретации и исследованиях.

Информация о временных сериях



Снимок карты изображений с поддержкой времени, содержащей ежемесячные наблюдения снежного покрова от NASA Global Land Data Assimilation System (GLDAS). Эта карта содержит совокупные глубины снежного покрова для каждого месяца с 2000 по 2015 годы.

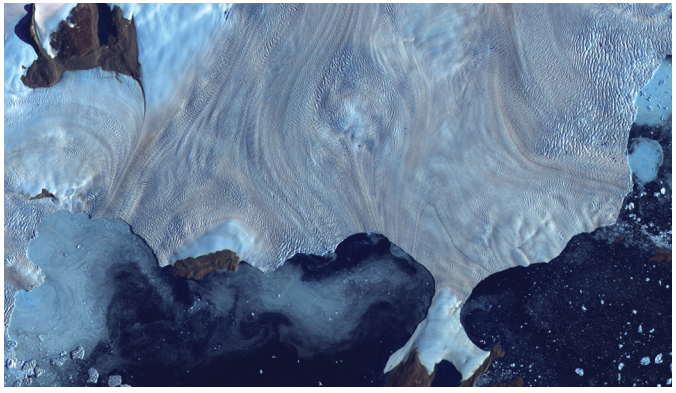


Река Лена является одной из самых больших рек в мире. Дельта Лены - это один из самых обширных защищенных районов дикой природы в России. Это безопасное убежище является местом разведения многих видов сибирской живности.

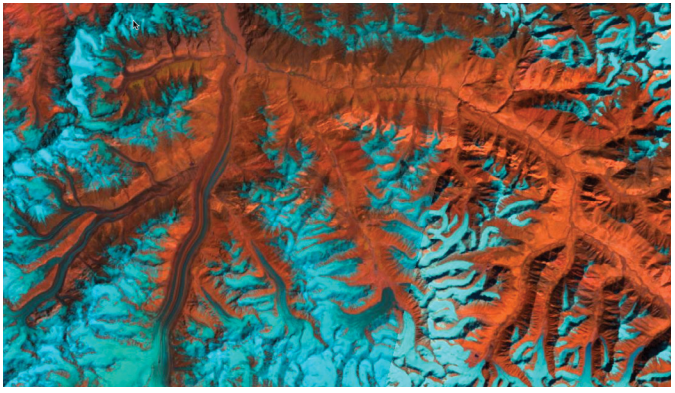
Спутниковые снимки прекрасны

Они грандиозны и несут в себе информацию

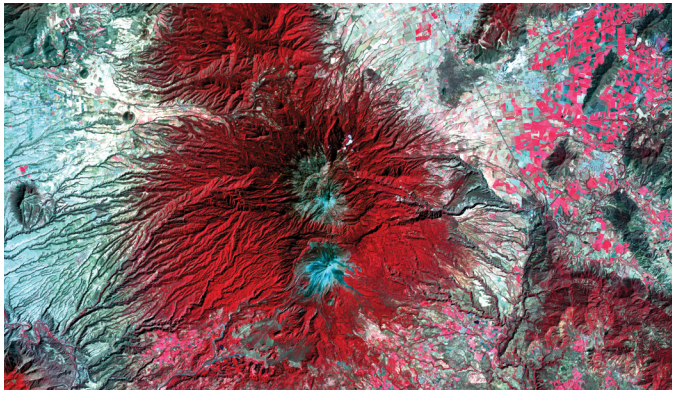
Хотя спутниковые снимки предоставляют нам новые перспективы, оказывая серьезное влияние на понимание тех или иных процессов, в то же время те же спутниковые снимки дают нам возможность увидеть красоты нашего мира – потрясающие и красивые объекты искусства. Они потрясают и восхищают нас, затрагивают наши эмоции, показывают чудеса нашего мира и новых миров, которые мы пытаемся открывать и изучать. Не случайно Геологическая служба США хранит и поддерживает коллекцию *Земля как искусство*.



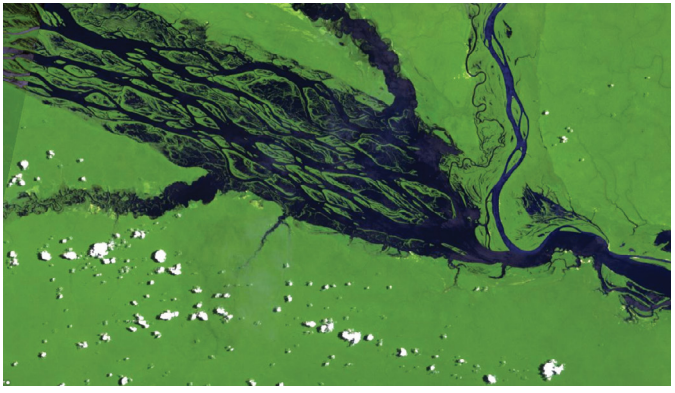
Вдоль западного побережья Гренландии небольшое поле ледников окружает залив Баффин.



Возвышающиеся снежные пики и гребни восточных Гималаев выглядят неправильной формы лоскутами, синим на красном выделяясь между основными реками юго-западного Китая.



Покрытый снегом вулкан Колима, самый активный вулкан Мексики, резко возвышается над окружающим ландшафтом. Он находится в штате Халиско.



Питаемая множеством потоков, река Негро в Бразилии является самым большим притоком реки Амазонка. Мозаика частично находящихся под водой островов, видимых в канале, пропадает, когда выпадение осадков в сезон дождей поднимает уровень воды.

Земля из космоса

Сила отдельного изображения

После нескольких миссий Apollo, достигнувших поверхности Луны, был проведен запуск Apollo 8, впервые доставивший людей на лунную орбиту. В канун Рождества 1968 года, обходя вокруг дальней стороны Луны во время их четвертой орбиты, капитан Apollo 8 Франк Борман воскликнул - «О Боже, посмотрите туда! Это восходит Земля! Как это красиво!» Второй астронавт Билл Андерс схватил свою камеру Hasselblad и сделал этот знаменитый снимок Земли, восходящей над Луной.

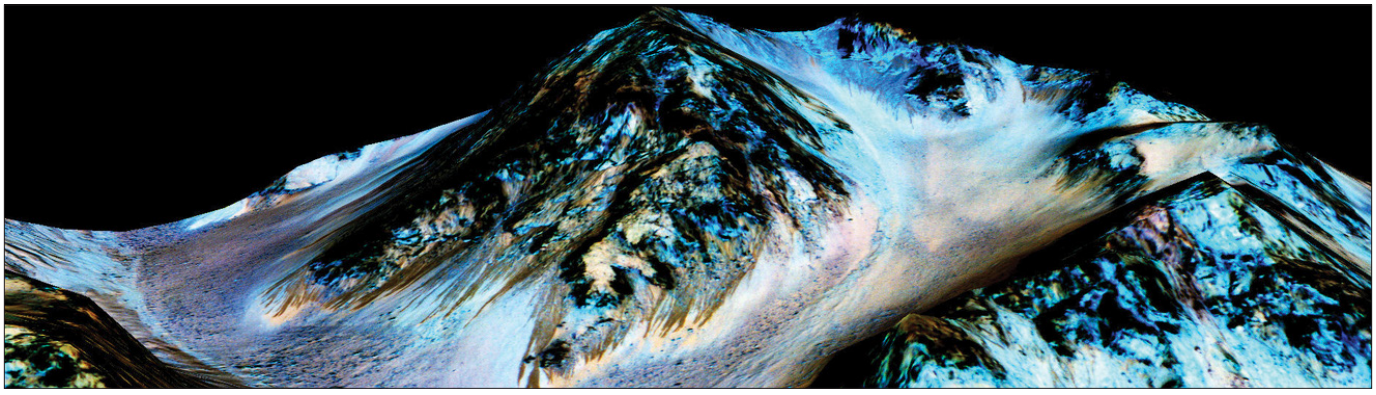
В этой книге *Восход Земли: Как человек впервые увидел Землю* историк Роберт Пуле высказывает мнение, что отдельное изображение дало началу целому движению за сохранение окружающей среды, и говорит, что «возможно оценить, как восход Земли стал стартовой точкой, гранью, когда ощущение космического возраста переключилось с осознания того, что оно означает для космоса на то, что оно означает для Земли». Вся мощь спутниковых снимков может быть легко подытожена в истории этой отдельной фотографии. Изображения могут помочь нам лучше понять нашу планету, внести изменения, создать связи – и в некоторых случаях даже начать движение.

Это одна из наиболее часто воспроизводимых и мгновенно узнаваемых фотографий в истории. Почтовая служба США использовала это изображение для одной из марок. Журнал Time *использовал его на своей обложке. Это была – и до сих пор остается – «одна из наиболее важных экологических фотографий, когда либо сделанных», если верить известному фотографу природы Галену Ровеллу.*

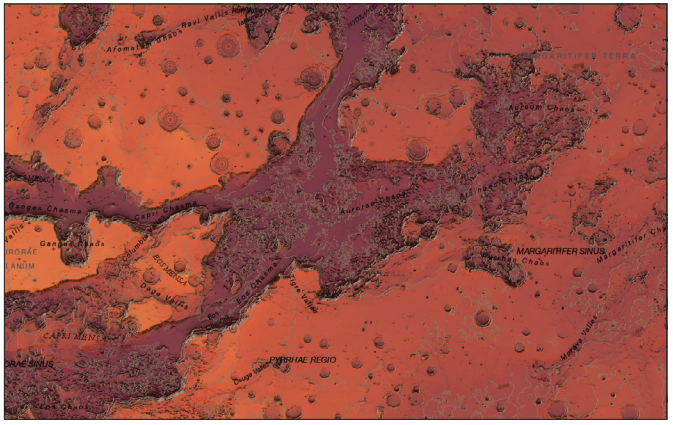
Составление карты Солнечной системы

Усилие, отражающее дух искателя человеческого существа

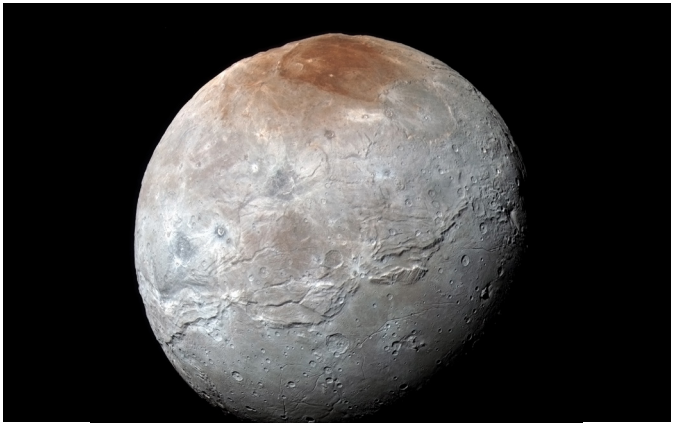
С момента первых снимков Луны, астронавты-фотографы из мировых космических агентств направляли свои объективы *вдаль* от Земли. ГИС-пользователи, будучи научными фанатиками, которыми они часто являются, конечно, нашли способы создавать карты других планет. В 2015 г. NASA провозгласили, что спектрозональные снимки, полученные от сенсоров с орбиты Марса, позволили убедиться в присутствии движущейся воды на Марсе – важный момент, не оставшийся незамеченным ГИС сообществом и сообществом анализа изображений.



3D-визуализация спектрозональных спутниковых данных, которая изменила наше представление о планете Марс.



Эта карта рисует картину впечатляющей географии Марса и всех миссий на его поверхности, которые предпринимало человечество для изучения этой далекой красной планеты.



После 3 миллиардов миль, почти десятилетнего путешествия, 14 июля 2015 г. межпланетный космический зонд New Horizons стал первым космическим аппаратом, исследовавшим луну Харон карликовой планеты Плутон.

Быстрый старт

Подключение и начало работы с платформой ArcGIS.
Настало время вплотную познакомиться с ArcGIS. Если вы существующий пользователь, у которого есть подписка ArcGIS (с правами издателя), и на компьютере уже установлено приложение ArcGIS Pro, то у вас есть все необходимое, можете сразу перейти к следующему разделу. Если этих двух пунктов у вас нет, продолжайте читать.

Станьте участником Организации Learn ArcGIS

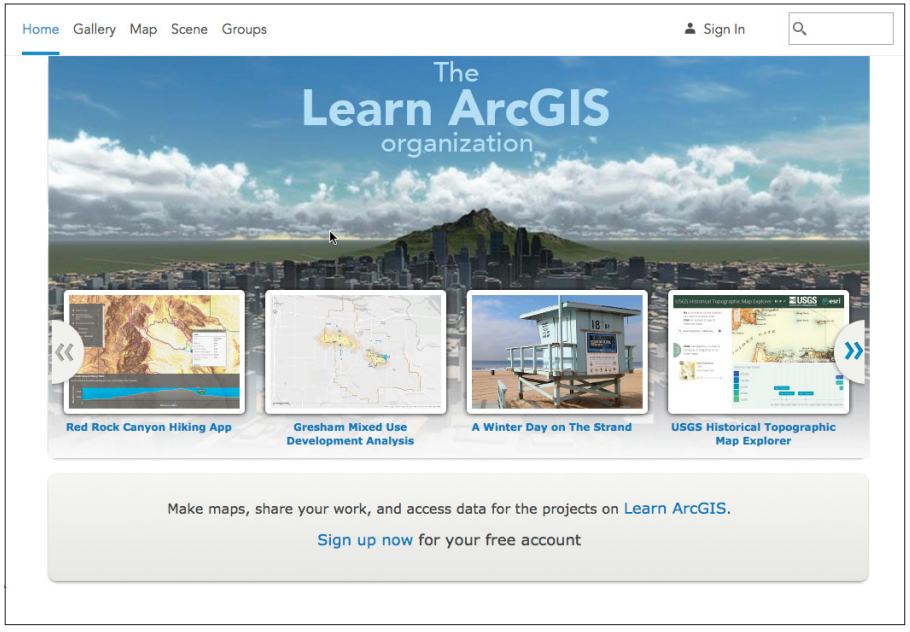
Большинство уроков в этой книге проводится на платформе ArcGIS (в облаке), и для их выполнения потребуется участие (с ролью издателя) в какой-нибудь организации ArcGIS. Организация Learn ArcGIS специально создана для тех, кто хочет изучить ArcGIS. Став её участником, можно сразу начинать использовать карты, изучать ресурсы с данными и публиковать географическую информацию в интернете. Зайдите в организацию Learn ArcGIS и щёлкните ссылку Войти сейчас, чтобы активизировать подписку на 60 дней.

Установите ArcGIS Pro

ArcGIS Pro – это настольное приложение, которое вы загружаете и устанавливаете у себя на компьютере. Вы получаете лицензию на 60 дней через подписку в организации Learn ArcGIS. Проверьте, что удовлетворяются системные требования, и используйте кнопку загрузки ниже, чтобы установить программное обеспечение на вашем локальном компьютере.

Системные требования

ArcGIS Pro является 64-разрядным приложением Windows. Чтобы проверить, что на вашем компьютере можно запустить ArcGIS Pro, щелкните проверить требования.



Загрузите ArcGIS Pro

Организация Learn ArcGIS настроена специально для использования обучающимися. Вы можете присоединиться к этой организации, даже если у вас есть другая учетная запись ArcGIS.

Урок Learn ArcGIS

Начало работы со спутниковыми изображениями

На этом уроке мы будем изучать снимки Landsat и некоторые возможности их применения при помощи приложения Esri Landsat. Сначала мы отправимся в мангровый лес Сундарбан в Бангладеше, где в инфракрасном цвете можно будет исследовать состояние растительного покрова. Затем будем искать воду в пустыне Такла-Макан и затопленные острова на Мальдивах. Поработав с архивом снимков Landsat, собранным за 40 лет наблюдений за развитием Суэцкого канала, вы станете готовы к самостоятельным исследованиям нашей планеты.

Общий обзор

Спутниковые изображения превращаются во всё более и более мощный инструментарий для картографирования и визуализации нашего мира. Ни один иной метод сбора изображений не охватывает столь огромные территории за такое непродолжительное время. Самая продолжительная по времени программа космических снимков – Landsat, совместная инициатива двух правительственных организаций в США. Эти высококачественные данные существуют в различных диапазонах электромагнитного спектра, выделяющих невидимые невооружённым взглядом особенности, что позволяет их применять в разнообразных сферах практической деятельности.

Основано на знаниях в этих областях:

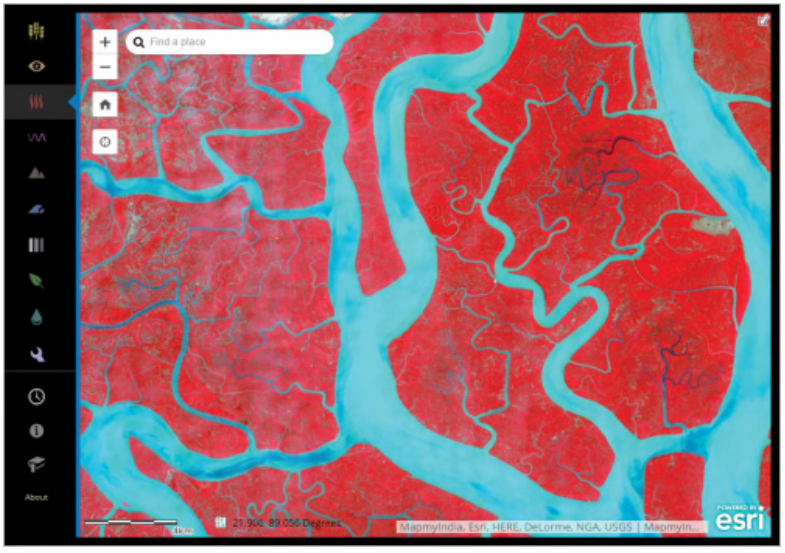
- Перемещение и изучение изображений
- Изменение спектральных каналов для выделения особенностей
- Отслеживание изменений во времени
- Построение собственных комбинаций каналов

Что необходимо:

- Предполагаемое время: 30 минут

Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter1_Lesson



Это приложение позволяет перемещаться по миру при помощи спутниковых снимков Landsat. Они захватывают виды нашей планеты, раскрывая различные её секреты – от вулканической деятельности до распространения городов. Landsat видит явления в диапазоне электромагнитного спектра, в том числе и невидимые для человеческого глаза. Различные комбинации спектральных каналов точно выявляют особенности меняющихся ландшафтов Земли.

02

Природа дистанционного зондирования

Информация, собранная на расстоянии

Дистанционное зондирование (получение информации на расстоянии) оказало сильное влияние на деятельность человека в современной истории. На данном снимке Британского пляжа (кодовое название одной из точек высадки в Нормандии в июне 1944 г.) полученном при помощи специального оборудования V корпуса Армии США, хорошо видны вооружённые солдаты, высаживающиеся на берег с больших и малых десантных судов. Семь десятилетий спустя дистанционное зондирование, даже когда его применение простирается в невообразимые дали, остается самым значительным методом наблюдения и зондирования поверхности Земли.

Вид сверху

Преимущества дистанционного зондирования

Люди всегда искали точки наблюдений за ландшафтом на высотах. На протяжении всей истории человечества обзор сверху (с макушки дерева, вершины горы и скалистого утеса) давал нашим предкам возможность ответить на важные вопросы: Где здесь есть вода? Где находятся лучшие охотничьи угодья? Где мои враги? Аэрофотосъемка впервые была осуществлена над Парижем воздухоплавателем Гаспаром-Феликсом Турнашоном в 1858 году. С появлением фотографии и воздушных полётов в начале двадцатого века преимущества высотных наблюдений совершили квантовый скачок, и появилась область науки - дистанционное зондирование.

Технология быстро совершенствовалась в течении Первой Мировой войны в качестве превосходного нового военного потенциала. С 1914 по 1918 годы аэро-зондирование развилось практически с нуля до сложной точной науки. Многие методы, процедуры и термины дистанционного зондирования, использующиеся по сей день, появились в тот период. В течение Второй Мировой войны точность и теоретические основы удаленного зондирования стремительно развивались.

Следующий огромный шаг в эволюции дистанционного зондирования Земли связан с полетами в космос и появлением цифровой фотографии. Спутниковые технологии обеспечивают возможность постоянного получения изображений всей планеты, а организация цифровой съемки и передачи ее результатов позволяют непосредственно применять и использовать эти растущие объемы изображений. Сегодня в различных областях человеческой деятельности необходим постоянный поток изображений, большинство которых отображаются в веб-сети в момент их получения.

Применение аэрофотографии стремительно развивалось в течение Первой Мировой войны, когда летательные аппараты, оборудованные камерами, использовались в разведывательных целях, чтобы снимать передвижение противника и его оборонительные сооружения. В начале войны польза аэрофотосъемки не была оценена по достоинству, тогда еще разведка сопровождалась зарисовкой на карте ситуации, наблюдаемой с воздуха.

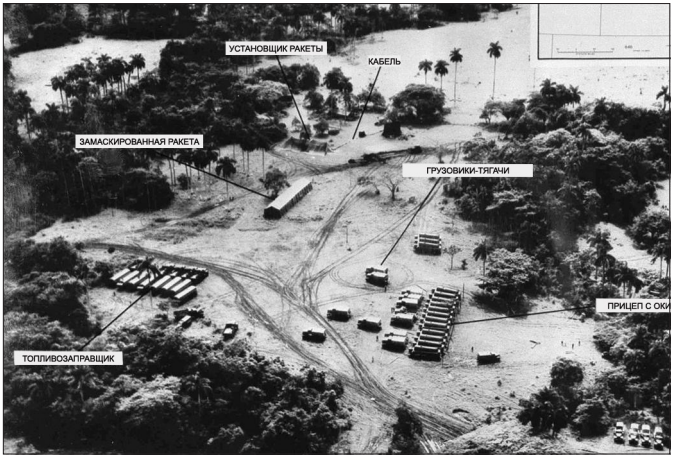
Дистанционное зондирование запечатлевает историю

Как данные дистанционного зондирования подтверждают истину

Первый аэрофотоснимок был получен в 1858 году, за сто лет до того, как начал свое существование термин «дистанционное зондирование». Задолго до появления спутников и цифровых снимков люди получали изображения земной поверхности издалека, документируя многие исторические моменты для будущих поколений.

Одним из первых аэрофотоснимков, получивших мировую известность, стал снимок руин Сан-Франциско после землетрясения 1906 года. Это 160-градусная панорама, снятая с воздушного змея на высоте 2000 футов (610 м) над Сан-Франциско, на которой показан весь город на одном контактном фотоотпечатке размером 17 на 48 дюймов с цельной пленки. Снимок, сделанный профессиональным фотографом Джорджем Лоуренсом, задокументировал ущерб от сильных пожаров по всему городу.

На этом снимке Landsat 7 Манхеттена от 12 сентября 2001 виден размер ядовитого шлейфа, простирающегося над большей частью Нью-Йорка и Нью-Джерси.



14 октября 1962 на американских аэрофотоснимках Кубы обнаружены установщик ракеты в вертикальное положение, топливозаправщики с цистернами и прицепы-цистерны с окислителем.

Множество платформ, масса приложений

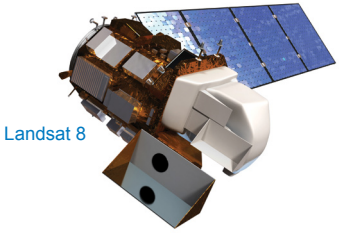
Высота сенсора играет важную роль в определении цели

Современные изображения получаются на высотах в широком диапазоне: от уровня Земли и свыше 35 000 километров над поверхностью Земли. Изображения, снятые на каждой из высот, имеют различные преимущества для каждой из сфер их применения. На данной схеме показаны самые часто используемые диапазоны высот сенсоров, хотя это далеко не полная классификация:

Syncom

Геостационарные — 35 800 километров

Спутники, согласованные с вращением Земли, для земных наблюдателей выглядят неподвижными в небе. Спутники с геостационарными орбитами в основном используются для обеспечения связи, но в то же время, подобно гиперспектральному формирователю изображений *GIFTS*, применяются для мониторинга изменяющихся явлений, например, погодных условий. Syncom от NASA, запущенный в начале 60-х годов, был первым успешным высотным спутником.



Landsat 8

Солнечно-синхронные — 600 –800 километров

Спутники на такой орбите по возможности сохраняют постоянным угол освещения поверхности Земли, поэтому ученые получают возможность сравнивать изображения одного и того же сезона, полученные за несколько лет, например, изображения Landsat. Это жизненно важная зона для сенсоров наблюдений за земной поверхностью.

Helios

Атмосферные спутники — 30 километров

Эти беспилотные летательные аппараты, называемые также псевдо-спутниками, скользят по верхней границе определяемой атмосферы. Например, экспериментальный летательных аппарат NASA Helios измерял солнечные вспышки, пока не упал в Тихий океан недалеко от Кауаи.

SR71 Blackbird

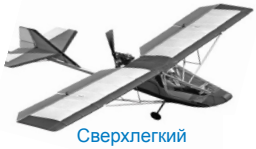
Реактивный самолет — 9 000 – 27 500 метров

Реактивный самолет совершает полеты на высоте 9 000 метров и выше и за короткое время может пролететь над районами бедствий, что делает его подходящей платформой для определенных типов применения оптических и спектрозональных изображений.

Сессна

Самолет авиации общего назначения — 30 – 3 000 метров

Малая авиация, осуществляющая полеты на малой скорости и небольшой высоте, долго была основным средством для получения высококачественных аэро- и ортофотоснимков. От Сессны до сверхлегких вертолетов, это рабочие лошадки для съемки изображений в оптическом диапазоне частот для городских территорий.



Сверхлегкий летательный аппарат

Вертолет

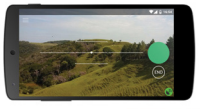
ВМС США Silver Fox

Беспилотники — 30 – 150 метров

Беспилотники – новички в этой сфере. Их способность парить на небольшой высоте и дистанционное управление представляют привлекательные преимущества для аэрофотосъемки с разрешением до 1 дюйма. Военные летательные аппараты – это либо небольшие беспилотники, либо самолеты.

Беспилотник 3DR Solo

Портативный спектрометр

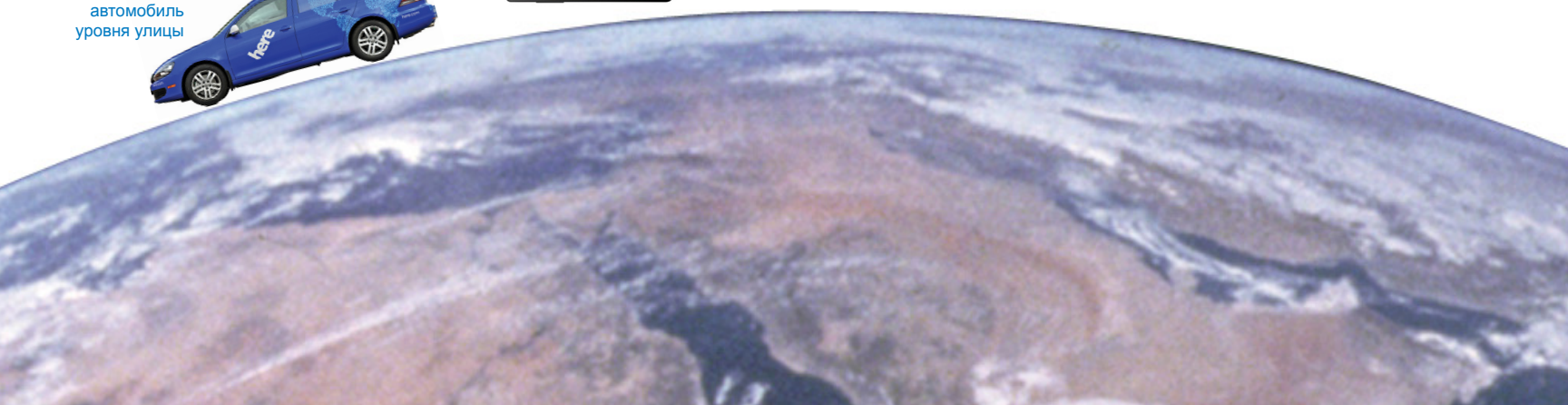


Смартфон

Съемочный автомобиль уровня улицы

На поверхности Земли/портативные — Поверхность Земли

В последнее время все чаще в рабочих процессах ГИС находят применение изображения, полученные с поверхности Земли. Ресурсы типа Google Street View, изображения уровня улиц HERE и Mapillary, мультиспектральные изображения с наладонников и других наземных сенсоров находят применение в таких областях, как работа с трубопроводами, недвижимостью, обеспечение безопасности, туризм, природные ресурсы и развлекательные мероприятия.

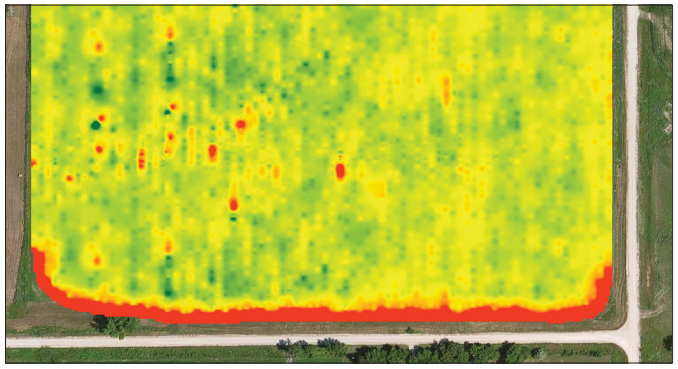


Тенденции применения изображений

Дистанционное зондирование уже является часть многих отраслей экономики

В качестве достоверных записей изменяющихся условий на земной поверхности, изображения дистанционного зондирования находят широкое применение в традиционной человеческой деятельности, связанной с землепользованием. По этой причине такие сферы экономики, как лесное хозяйство, горнодобывающая промышленность и геологоразведка одними из первых начали применять дистанционное зондирование, способствуя его дальнейшему развитию.

Точное земледелие



Информация, полученная во время выращивания урожая, включая урожайность в заданных местоположениях, помогает сельхозпроизводителям отслеживать результаты работ и предоставлять ценные исходные данные для вычисления норм высевания и улучшения почв на последующий год.

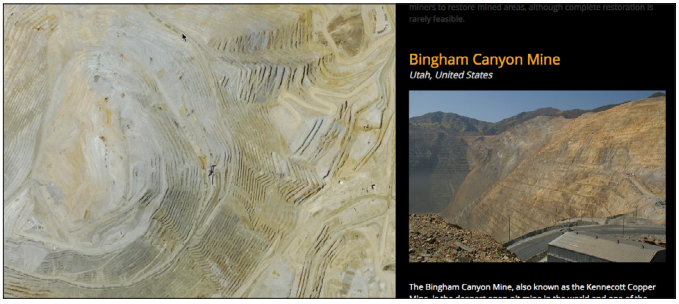
Гуманитарная помощь

Доступ к современным снимкам показывает создание лагеря беженцев Zaatari в течение девяти дней в июле 2012 года. Он рассчитывался на 60 000 человек, но его население стремительно возросло до 150 000 до того, как несколько новых лагерей взяли на себя часть нагрузки. Эта история показана в карте-истории The Uprooted.

Лесное хозяйство

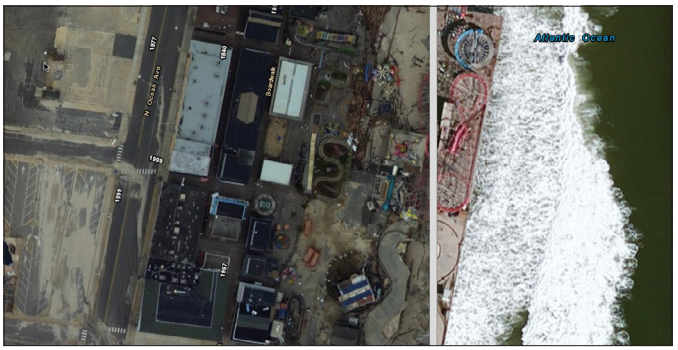
Динамический доступ к данным о лесах Европы получен от реестра Corine почвенно-растительного покрова 2006. Corine – это «coordination of information on the environment» (координационная информационная система по окружающей среде).

Полезные ископаемые



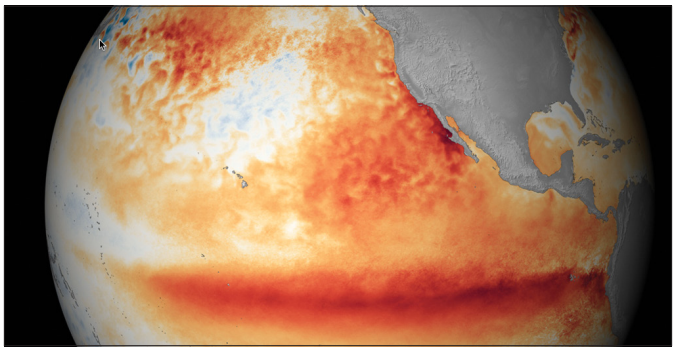
Геологическая природа ландшафта становится явной благодаря спутникам на земной орбите.

Экспертиза природных катастроф



На этой сцене показаны разрушения от штормового нагона урагана Сэнди в Сисайде, штат Нью-Джерси. Карта с активной шторкой сравнивает изображения от Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (NOAA) до и после события.

Изучение климата и погоды

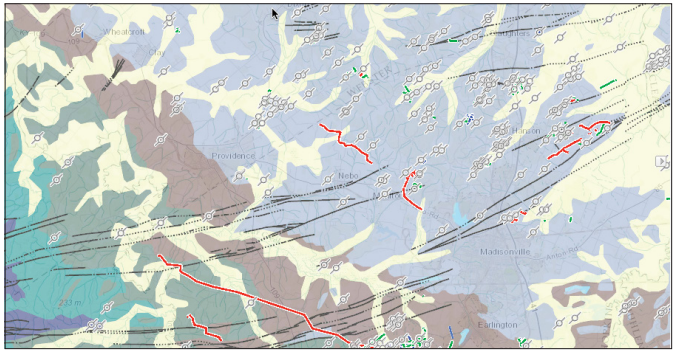


Эта небольшая картографическая презентация от NOAA отвечает на множество вопросов о воздействии Эль-Ниньо. Прокрутите вниз, чтобы узнать об этом климатическом явлении и его характеристиках.

Проектирование и строительство

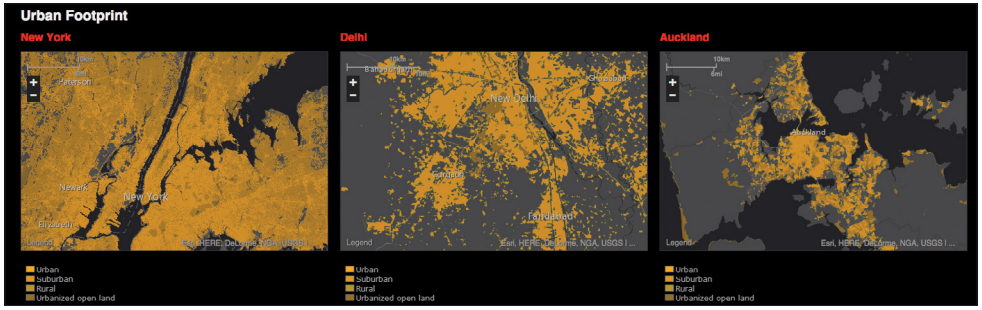
Здесь показаны проекты развития, находящиеся в разработке, для города Пфлагервилль, штат Техас.

Нефте- и газодобыча



Эта геологическая карта, составленная Геологической службой Кентукки, связывает темы землепользования, защиты окружающей среды и экономического развития.

Городское планирование

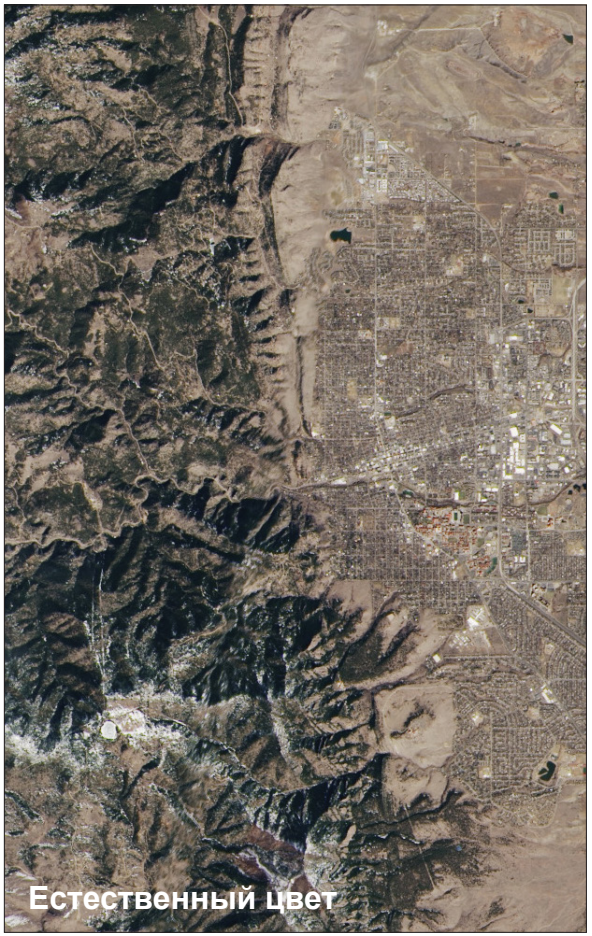


Urban Observatory – это амбициозный проект под руководством основателя TED Ричарда Сол Вурмана по сбору данных, позволяющих сравнивать городские агломерации в общих масштабах.

Измерение отраженной солнечной энергии

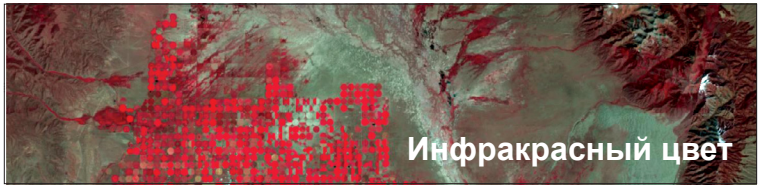
Пассивные датчики фиксируют отраженный свет по всему спектру

Пассивный датчик изображений фиксирует волны, отражаемые или испускаемые с наблюдаемой им сцены. Отраженный солнечный свет является обычным источником электромагнитных волн, измеряемых пассивными датчиками. Такие датчики обеспечивают возможность получения глобальных наблюдений за Землей и ее атмосферой.



Естественные цвета – это наиболее интенсивно используемые изображения. Они хорошо подходят для всеобъемлющего анализа как наземных, так и подводных объектов, городских исследований и изыскательных работ. Изображения в естественных цветах хорошо знакомы широкой публике, и потому их проще всего понимают.

Эта карта демонстрирует спутниковый снимок MODIS, полученный 1 мая 2014 года недалеко от Южных Сандвичевых островов в Атлантическом океане. Псевдо цвета под лупой выделяют снег и лед по относительно облачного покрова.



Цветное инфракрасное изображение, составленное из инфракрасного, красного и зеленого диапазонов волн, отображаемых как красный, зеленый и синий (RGB), выделяет широколиственную и/или здоровую растительность ярко-красным цветом, тогда как светло-красный подчеркивает луга или редкую растительность.

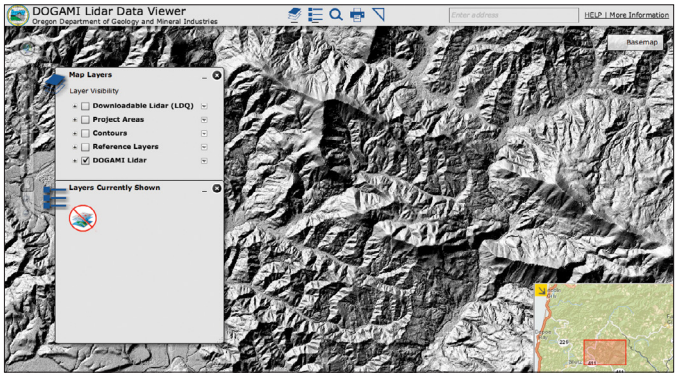
Панхроматические изображения высокого разрешения получаются, когда сенсор изображений чувствителен к широкому спектру световых длин волн, обычно захватывающий всю видимую часть спектра, они хранятся и отображаются как одноканальное изображение в оттенках серого. Это позволяет создавать более маленькие пикселы и получать изображения лучшего качества, чем от обычных мультиспектральных сенсоров той же системы.

Измерение передаваемых волн

Активные датчики посылают и получают собственные сигналы

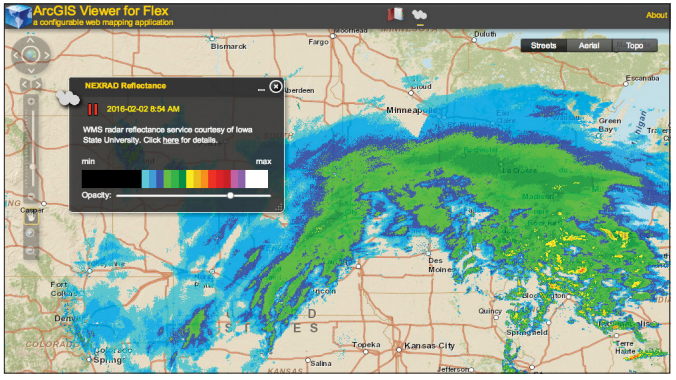
Активные датчики излучают энергию и фиксируют излучение, отражаемое обратно от поверхности Земли или других целей. Они находят практическое применение в изучении метеорологии и атмосферы, например, радиолокатор (радар) измеряет эхо от определенных объектов, таких как дождевые облака, лазерный локатор (лидар) фиксирует подробные значения высот поверхности, а гидролокатор (сонар) измеряет глубину морского дна.

Лидар

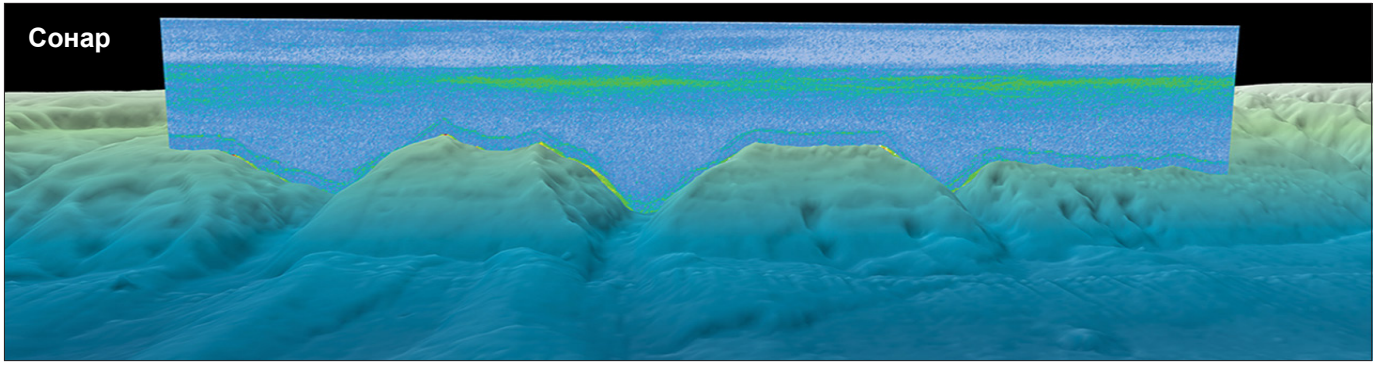


Лидарные данные получаются от установленных на воздушных судах систем, собирающих до 500 000 точек в секунду, создавая огромные наборы точных высотных точек большой плотности на обширные территории. Штат Орегон опубликовал бесплатные загружаемые данные лазерного сканирования, предоставляющие значения для населенных пунктов.

Радар



Сбор данных радиолокаторами имеет два важных преимущества: они работают в темноте и могут видеть сквозь облака. Что делает их идеальными для умного сбора и отслеживания погодных данных, как в этом приложении Next-Generation Radar (NEXRAD).



В глобальной инициативе, возглавляемой NOAA, гидролокационные данные водной толщи от поверхности до морского дна собираются при помощи активных акустических технологий (или сонаров). По мере передвижения судов при сборе данных, актуальные данные отображаются наподобие полога или листа, как показано на рисунке. NOAA и другие участвующие научные международные суда при помощи приложения делают эти данные доступными для исследователей и широкой публики во всем мире.

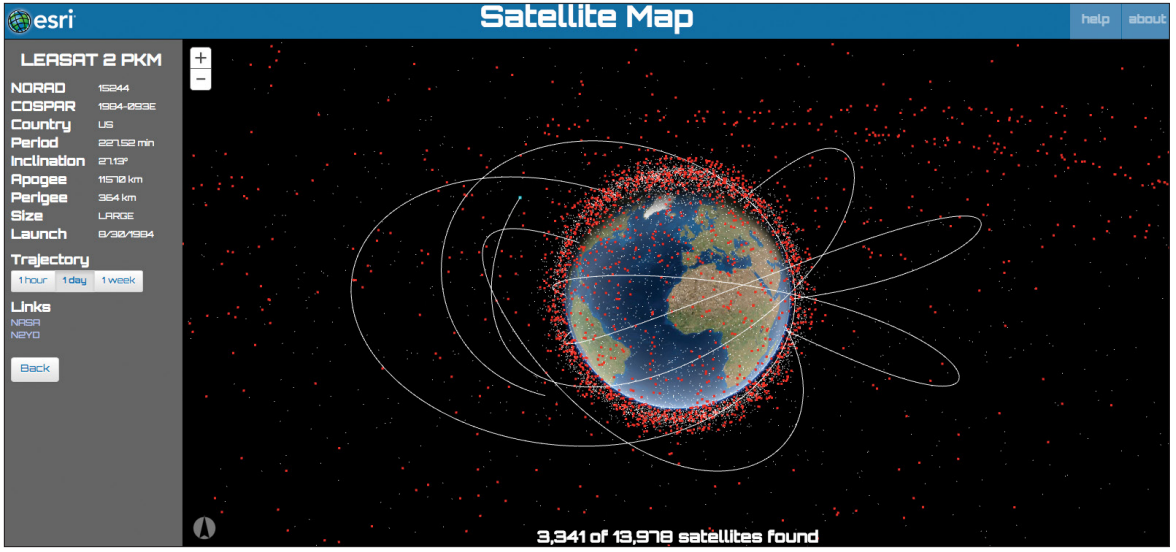
Глядящие с небес

Созвездие спутников на земной орбите

Сейчас на орбите вокруг земного шара вращается около 3 300 спутников, и их число постоянно растет. Эти мириады «глаз в небе» доставляют в руки географических аналитиков бесценную информацию данных изображений, находящую применение практически во всех сферах человеческой деятельности. Они занимают низкие, средние и высокие (геостационарные) земные орбиты. Они управляются правительственными агентствами (такими как NASA, Европейское космическое агентство или РОСКОСМОС) и частными компаниями (например, Digital Globe и Airbus). Спутники охватывают все сегменты электромагнитного спектра от ультрафиолетового до естественных цветов и дальше до ближнего, среднего и теплового инфракрасного, и активируют микроволновые датчики, например, радар.

Но в космосе становится тесно. В добавление к 3 000 активным космическим аппаратам, мировые космические агентства совместно отслеживают еще 10 000 обломков «космического мусора» – это отработавшие ракетоносители, спутники с севшими аккумуляторами, инструменты, оброненные космонавтами, и прочий мусор от различных событий и неудачных маневров.

По мере того, как становятся популярными частные запуски и микроспутники, мы ожидаем увеличение количества датчиков. Все уплотняющаяся сетка датчиков сулит перспективы для большого диапазона приложений, но и приведет к серьезным проблемам, когда дело дойдет до эффективного использования и распространения беспрецедентного потока необработанной информации.



Это приложение показывает карту текущего положения около 14 000 рукотворных объектов на земной орбите. Данные предоставляются Space-Track.org, организацией, обеспечивающей безопасность космических полетов, защиту космического оборудования и мирного использования космического пространства, публикуя информацию ситуационной осведомленности совместно с США, международными спутниковыми агентствами и другими организациями.

Прочие перспективы

Перспективные изображения и изображения в уровня улиц намечают новый курс

Географические данные не обязательно показываются только сверху. Виды под углом наклона предоставляют перспективы, имеющие определенное применение в изысканиях и работе с недвижимостью, и это всего лишь две из многих областей применения. Изображения на уровне улиц, популяризованные Google Street View, – еще одна многообещающая форма пространственных данных, создающая эффект присутствия и интерфейс интегрированной навигации.

Перспективные

Наклонный перспективный аэроснимок может запечатлеть фасады и стороны зданий, а также их положение на поверхности Земли. Такие перспективные снимки можно состыковать вместе, чтобы создать комбинированную карту из снимков, бесшовно покрывающую многие километры ландшафта.

Уровень улиц

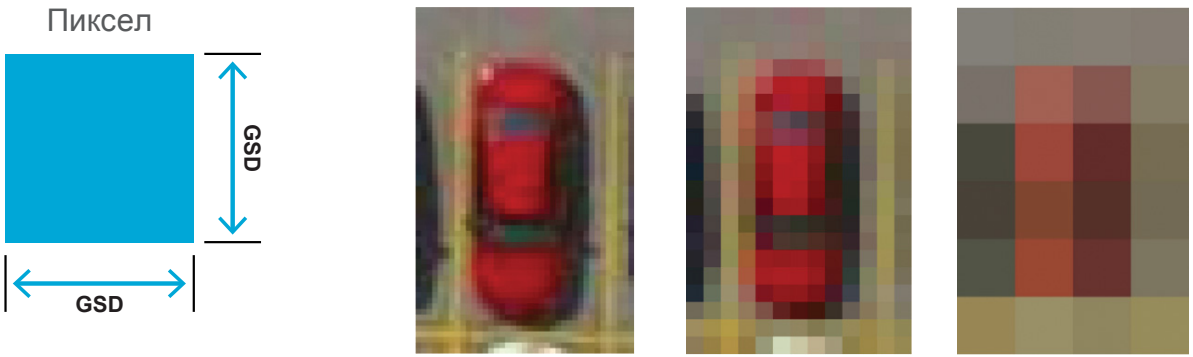
Mapillary – это платформа, превращающая уличные фото в 3D-карту для извлечения геопространственных данных. Фото, снятые на мобильный телефон или любительскую камеру, в течение минуты могут быть сшиты вместе и преобразованы для выгрузки на Mapillary, а затем – в ArcGIS.

Reality Lens

HERE Reality Lens представлен высококачественными панорамными видами уровня улиц и лидарными данными высокого разрешения, что позволяет выполнять точные измерения данных уровня улиц.

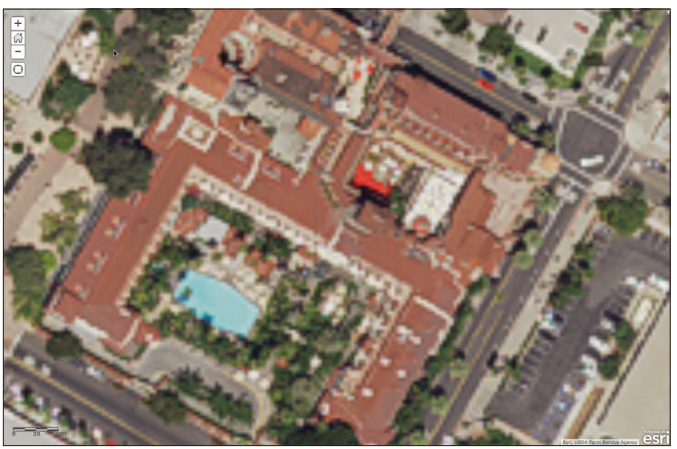
Сравнение разрешения снимков и наземной точности

Важной концепцией снимков является их разрешение деталей земной поверхности. У каждого снимка есть разрешение на местности, обычно выражаемое как расстояние на поверхности Земли. Специалисты называют его разрешением снимка (ground sample distance – GSD). Это разрешение ячейки является измерением ширины и высоты квадратной ячейки в единицах измерения поверхности, например, футах или метрах.



Автомобиль представлен в трех различных размерах пикселов или GSD, но при этом масштаб изображений одинаков. Чем больше пикселов отображает машину, или чем меньше GSD, тем меньше сомнений в том, что это машина. На левом изображение видно, что это седан, а на правом с трудом можно догадаться, что это объект.

Это снимок исторического здания гостиницы Mission Inn в Риверсайде, штат Калифорния, снятый с разрешением примерно 1 фут. Щелкните на изображении и приблизьтесь к нему, насколько возможно. Каждый пиксел представляет примерно один фут поверхности Земли. Такой тип изображений подходит для исследований и анализа, специфичных для определенной площадки.



Это изображение той же области, полученное с разрешением 1 метр. Разница в разрешении значительна. Данные метрового разрешения подходят для съемки и анализа явлений на больших территориях интереса.

Слово профессионалу: Кас Грин

Снимки раскрывают свои характеристики и структуру различными путями

Аналогично большей части произведений искусства, снимки раскрывают свою суть и структуру разными путями, но это всегда волнует, иногда озадачивает, иногда ставит в тупик. Сначала они ошеломляют своей исходной красотой: застывшие ледники Гренландии, ступенчатые края уступов на радаре, яркая зелень тропиков, четкие линии антропогенных объектов, возрождение лесов на горе Св. Елены, причудливые завитки пахотных угодий Азии и Африки, исчезающие снега Килиманджаро. Каждое изображение побуждает нас на новые открытия, заставляя смотреть снова и снова.

После беглого знакомства, мы приступаем к исследованиям. Что создает этот уникальный спектральный сигнал? Почему на этой территории на северных склонах растут деревья, а на южных – кустарники? Связано ли местоположение различных видов деревьев с уклоном и высотой? Почему этот дом сгорел, а соседний даже не затронут огнем? Сколько человек живет в этой деревне? Какие зерновые культуры здесь выращиваются? Будет ли урожай достаточным, чтобы прокормить этих людей? Почему так сильно изменился ландшафт? И кто его изменил?

Затем, используя силу ГИС, мы находим связь явлений. Если повезет, мы едем на полевые исследования с нашим приложением Collector, чтобы самим увидеть, как ландшафт отличается от снимков и других ГИС-слоев. Мы используем ArcGIS для организации и совместной регистрации слоев информации и ищем сведения для переменных, которые наиболее прогнозируемы. Мы учимся извлекать информацию о местоположении, высоте, форме, текстуре, контексте, тенях, оттенках и цвете каждого объекта из изображений и ГИС-данных. А затем мы создаём карты – собираем ресурсы и следим, как они изменяются во времени.

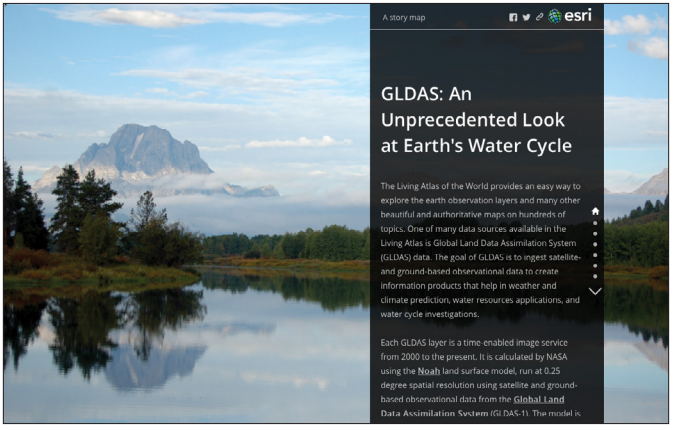
Снимки всегда были моим билетом в большой мир. С ним я путешествую по земному шару, собирая чудные истории и встречая интересных людей, влюбленных в свою работу. Я очень счастлива, что могу раскрывать красоту снимков и с их помощью открывать для себя работу, которую я точно намереваюсь выполнять.

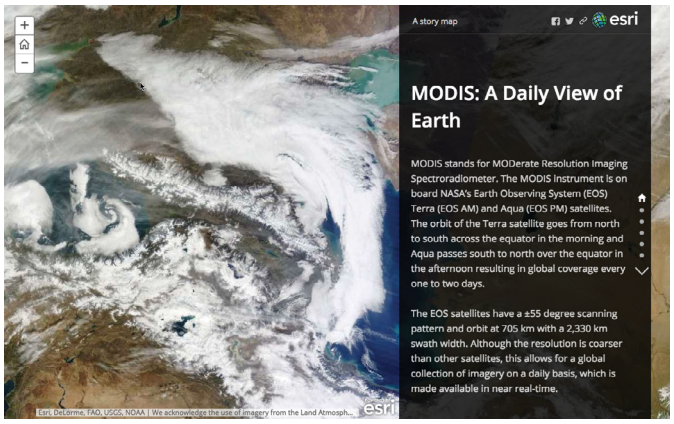
Как основатель одной из первых коммерческих компаний по обработке данных Landsat, Кас Грин является глашатаем дистанционного зондирования и ГИС уже более 20 лет. Ее новую книгу Imagery and GIS: Best Practices for Extracting Information from Imagery *Esri Press планируют издать в 2017.*

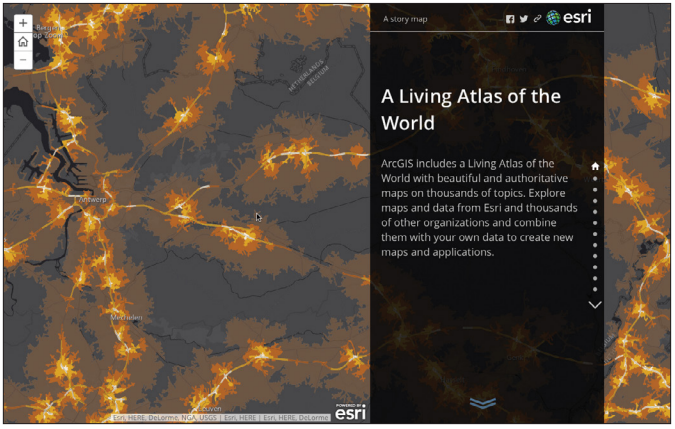
Быстрый старт

Лучше всего приступить к делу и понять, как снимки можно применять на платформе ArcGIS, – посмотреть их в действии при решении реальных задач (или хотя бы при осуществлении информационной поддержки). Следующие карты-истории дают возможность заглянуть в мир изображений и их важнейших сфер применения при решении некоторых наиболее актуальных мировых задач.

В конце каждой карты-истории вы найдете ссылки на использовавшиеся исходные данные и рекомендации по получению данных при работе непосредственно в ArcGIS.







Урок Learn ArcGIS

Изучите в 3D закономерности экологического землепользования при помощи данных Living Atlas в ArcGIS Earth

Обзор

На карте Global Ecological Land Units (ELU) отображены систематическое деление и классификация биосферы с использованием экологических и физико-географических объектов земной поверхности. Поскольку это набор данных на весь мир, он является идеальным источником данных для анализа с помощью ArcGIS Earth.

На этом уроке вы откроете ArcGIS Earth, легковесное приложение для доступа к данным ELU и их отображения, которое выявит закономерности изменений земной поверхности. Вы проанализируете различные области планеты и увидите, насколько хороши ваши собственные наблюдения этих областей по сравнению с текущими эмпирическими данными.

Основано на знаниях в этих областях:

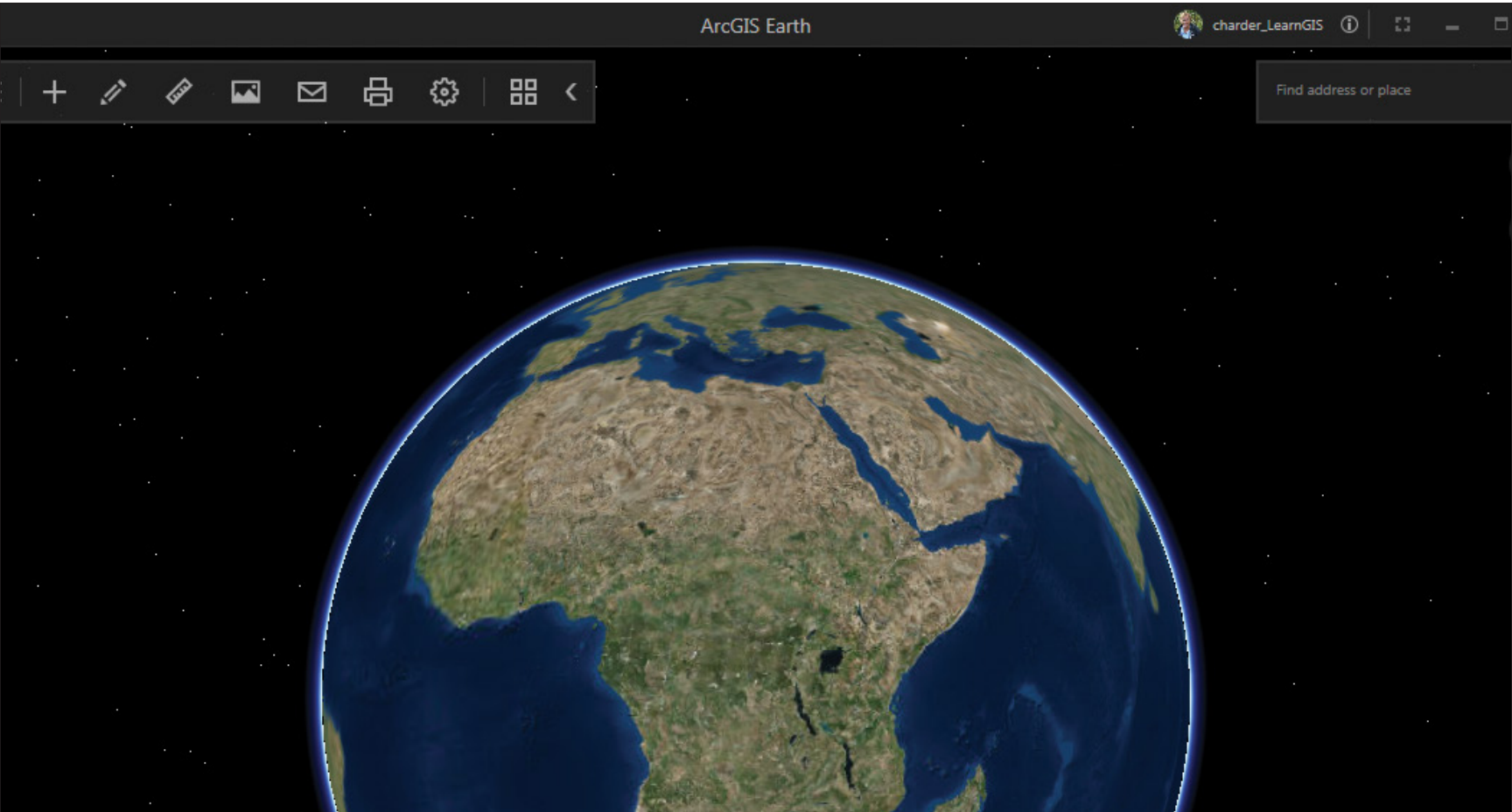
- Навигация в ArcGIS Earth
- Загрузка данных из Living Atlas
- Доступ к 3D-данным KML

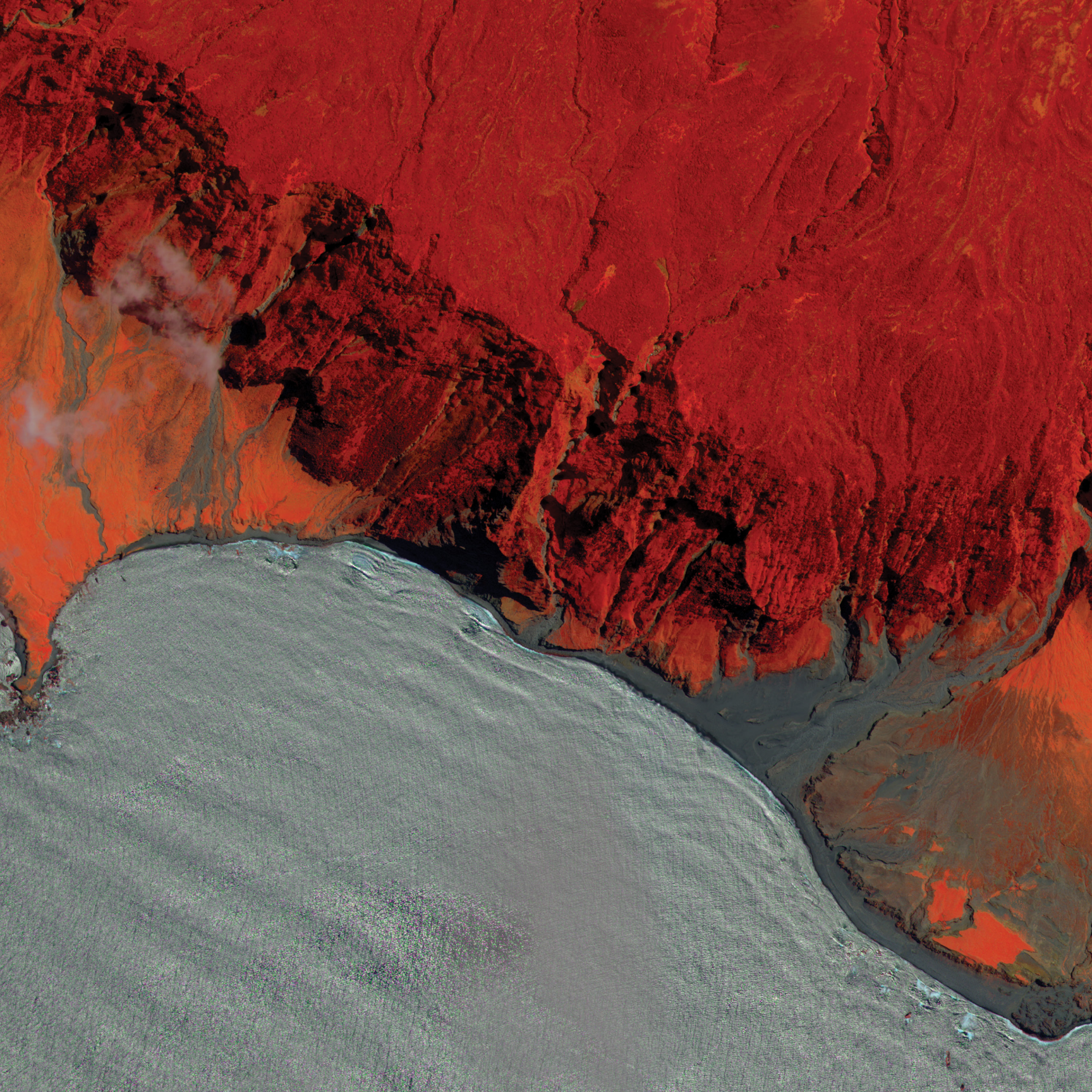
Что необходимо:

- ArcGIS Earth
- Предполагаемое время: 15 минут

Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter2_Lesson





03

Обработка изображений

Синергетика ГИС и спутниковых изображений

Специалисты воспринимают спутниковые изображения и ГИС как концептуально дополняющие друг друга разновидности цифровой географии, но всё же в значительной степени независимые. Традиционно у пользователей была одна система для ГИС и другая для обработки изображений. Возникла гениальная идея объединить оба важных направления в пределах ArcGIS, что привело к внезапному и очень перспективному проникновению приложений для обработки изображений в мир традиционных векторных ГИС.

Краеугольный камень ГИС

Анатомия изображения

На протяжении длительного времени спутниковые изображения были краеугольным камнем ГИС, повсеместно проникая в разнообразные ГИС-приложения. На самом деле, последовательное повсеместное принятие ГИС на протяжении десятилетий подпитывалось спутниковыми снимками и данными дистанционного зондирования. Будучи идеальной основой для создания базовых карт из снимков, а также извлечения, трассировки и оцифровки географических объектов, снимки великолепно дополняли векторные ГИС, использующие точки линии и полигоны для представления географии.

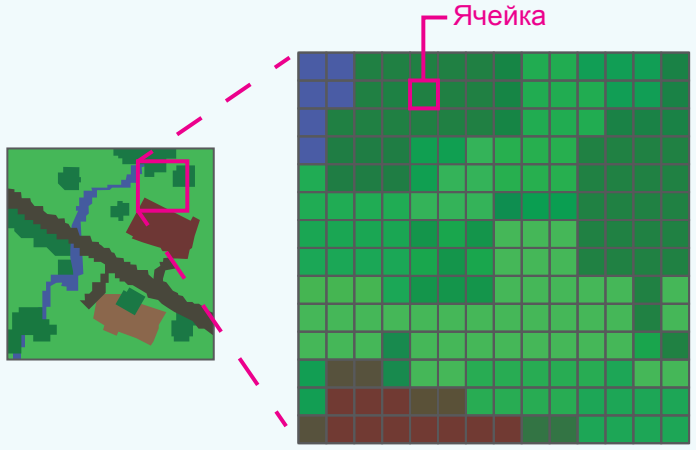
ArcGIS представляет собой всеобъемлющий механизм интеграции изображений, открывающий двери к использованию разнообразных изображений, полученных с самолётов, спутников, беспилотных летательных аппаратов и наземных сенсоров, действующих круглые сутки по всему Земному Шару. Эти цифровые наблюдения попадают в географическое пространство с приписанной информацией о времени для использования в приложениях с поддержкой времени. Полученные информационные слои постоянно добавляются в обширную копилку ГИС-знаний о нашей планете, позволяя работающим с географической информацией людям делать гораздо больше, быстрее и с более широким влиянием.

Помимо традиционных возможностей ГИС, ArcGIS также включает обширные возможности систем обработки изображений, поддерживающие применение, использование и интеграцию изображений и данных дистанционного зондирования.

Подобный синтез находится в серии ключевых концепций, связывающих спутниковые изображения и ГИС. В настоящей главе рассматриваются эти ключевые концепции, вкупе с примерами, помогающими передавать всю мощь изображений в вашу ГИС.

Изображение, основанное на ячейках

Каждое изображение состоит из серии строк ячеек (или пикселов), содержащих значения. Представленные в каждой ячейке изображения значения могут быть цветовыми пикселами, как на цифровой фотографии; серией измерений, как на сцене Landsat; либо иными значениями, представляющими тематические категории, значения поверхностей (например, высоты) или результаты аналитических моделей.



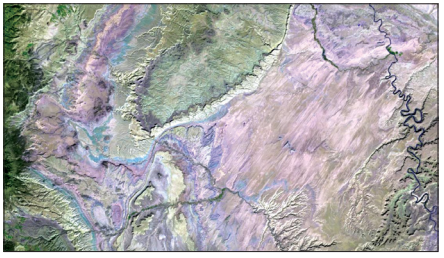
Слои изображений универсальны и разнообразны

Растр – это сетка ячеек в географическом пространстве. Пространства в сетке представлены ячейками. В ГИС эти ячейки ссылаются на реальные географические объекты. Такая основанная на ячейках растровая структура используется для хранения и управления всеми данными изображений. Эта фундаментальная сетчатая структура делает растровые данные универсальными и полезными для представления практически любой географической информации. Это значит, что все виды данных можно интегрировать с изображениями для карт, сложного анализа и управления данными.

Естественные цвета аэрофотоснимков

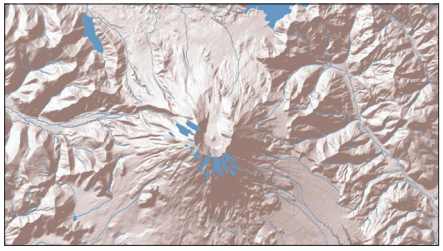
Снимок окрестностей реки Пелорус в Марлборо (округ Новой Зеландии) Это часть богатейшего набора снимков, предоставленного из Информации о земле Новой Зеландии (LINZ).

Сцена Landsat



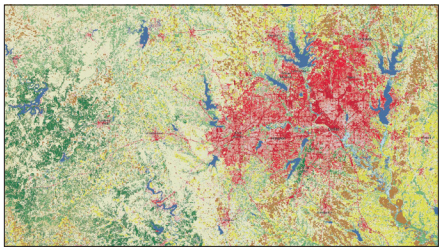
Сцена Landsat 8 с горами и каньонами штата Юта (США). Данный снимок снят в коротковолновом инфракрасном диапазоне и полезен для изучения состояния здоровья растительности, выявления изменений, нарушенных почв и типов почв.

Поверхность высот



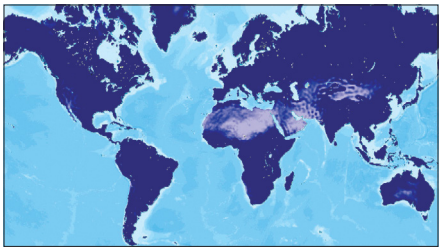
Поверхность высот горы Св. Елены получена на основе цифровой модели рельефа, подготовленной по спутниковым данным, и используется для создания реалистичной отмывки.

Растительный покров



На растрах почвенно-растительного покрова хорошо выделяются различные типы освоенных территорий, сельскохозяйственные земли, леса и естественная растительность. Каждая ячейка представляет доминирующее в ней значение.

Осадки



Эта карта изменений во времени, подготовленная на основе снимков со спутника MODIS, содержит исторические записи, показывающие количество осадков, выпадавшее каждый месяц с марта 2000 г. до настоящего времени.

Зоны наводнений

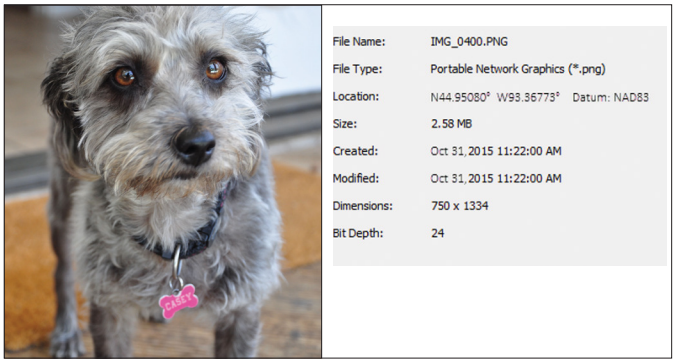
На этой карте города Чарлстон (шт. Южная Каролина, США) сравниваются области, подверженные наводнениям, с той же территорией по данным карты 1863 года.

За кадром

В спутниковых изображениях содержатся метаданные

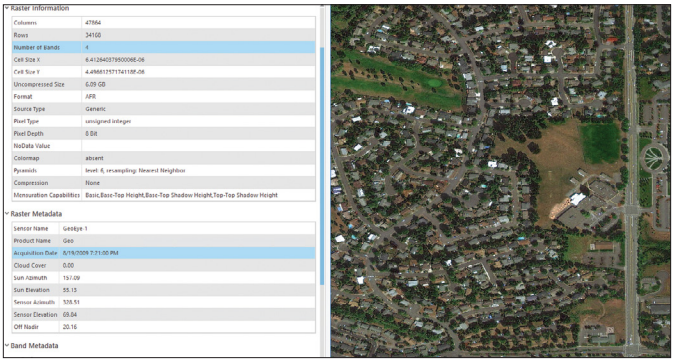
Снимки наблюдений за Землёй, как и любая цифровая фотография, содержат важные метаданные, позволяющие вдумчиво использовать в ArcGIS вашу информацию. Алгоритмы в программном обеспечении используют эту информацию для автоматизации трудоёмкого процесса пространственной привязки снимков.

Метаданные цифровой фотографии



В цифровых фотографиях зашиты метаданные о фотографии: дата съёмки, а также местоположение камеры (её геометка) – координаты GPS.

Метаданные изображения



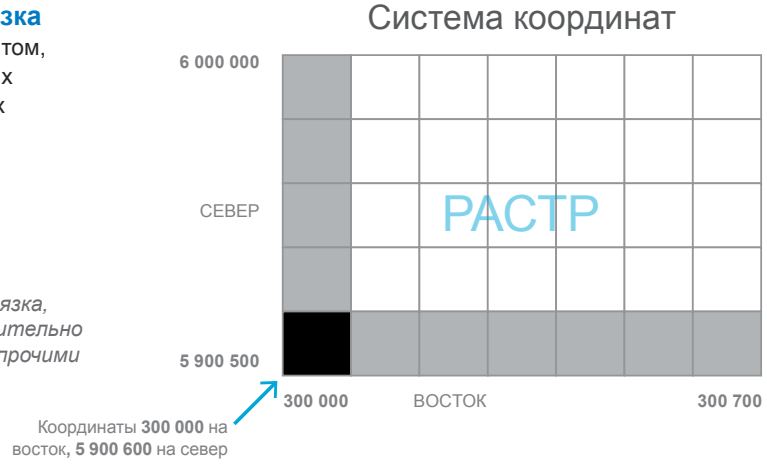
Аналогично, у снимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов, самолётов и спутников, имеются подробные метаданные, позволяющие их гораздо разумнее использовать – это пространственная привязка (или местоположение) снимка, дата создания, процент покрытия облаками и другие свойства.

ArcGIS заставляет всю эту информацию работать с вашими изображениями, создавая автоматизированные интеллектуальные изображения и аналитику.

У изображений есть пространственная привязка

Определяющая особенность ГИС-данных заключается в том, что все слои привязаны к земной поверхности (или других планет, если это область ваших исследований). У данных изображений тоже есть пространственная привязка, позволяющая их накладывать и использовать вместе с прочими типами ГИС-слоёв. Это как раз и превращает ArcGIS в полноценную платформу для интеграции изображений.

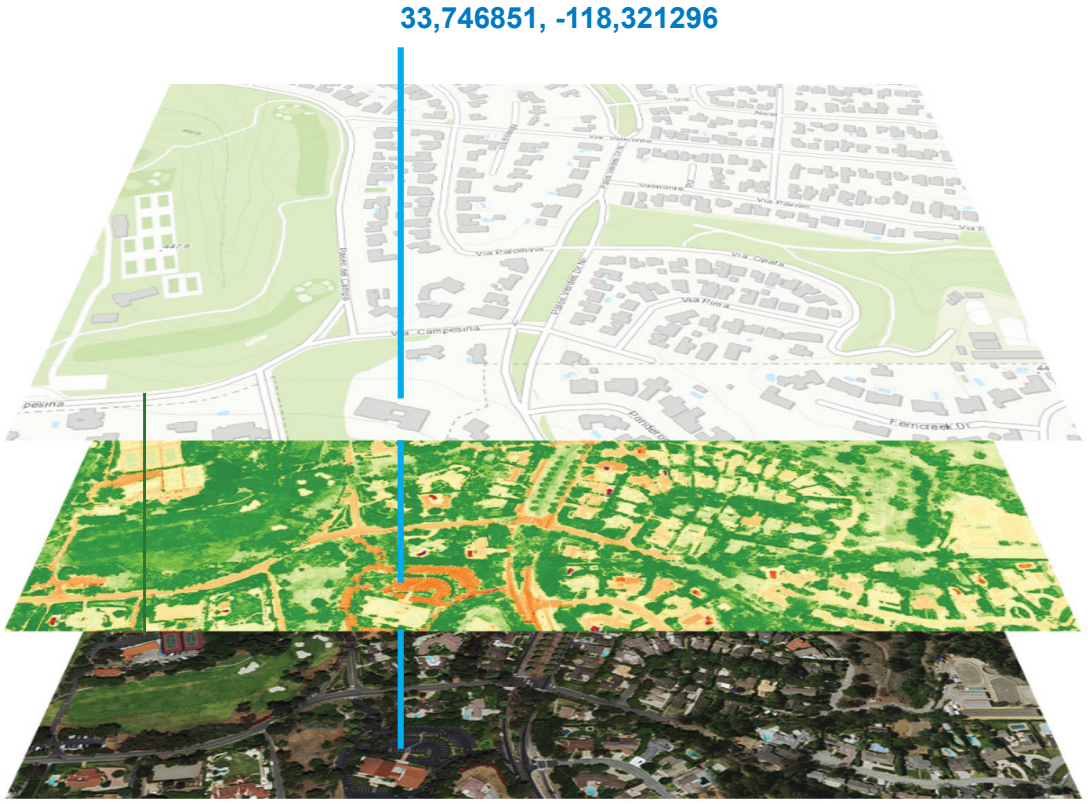
У растров есть пространственная привязка, позволяющая их регистрировать относительно земной поверхности и комбинировать с прочими слоями ГИС-данных.



География – это организующий ключ

Изображения выравниваются относительно других географических слоёв

Изображения – это тоже ГИС-слои. Как и любую географическую информацию, их привязывают к местоположениям на Земле, то есть регистрируют относительно других географических слоёв в ГИС. Возможность подобного наложения – это фундаментальная концепция, позволяющая ГИС работать. Вместе с другими данными на карте, спутниковые изображения выходят за пределы своего статуса «просто картинок» и превращаются в истинный источник информации – данные, которые можно комбинировать, сравнивать и анализировать вместе с прочими слоями для заданной территории.



Все слои регистрируются и выравниваются в ГИС, в том числе слои изображений. Такая пространственная привязка информации, является отличительным признаком ГИС и позволяет которые будут отображать, комбинировать и анализировать разнородные типы информации в едином географическом пространстве.

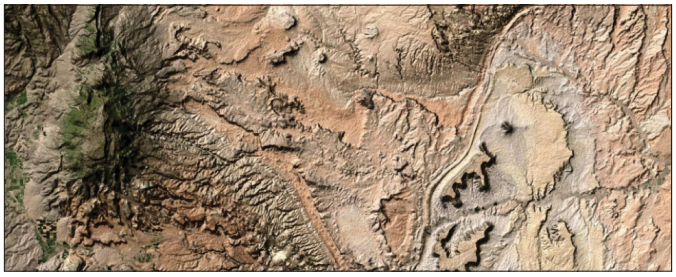
Адаптируемый формат

Любой ГИС-слой можно представить в виде растра

Как только вы поймёте, что растры – это просто географически выровненные файлы изображений, они сразу станут простым универсальным в применении форматом данных. Все изображения управляются просто как совокупности растров. Таким же образом, действительно любой набор данных в ГИС – векторные объекты, непрерывные поверхности и информацию с временными рядами – можно представить и при помощи растров.

То есть, ГИС помогает организовать и понять изображения. Уникальные наборы данных для определённой географической территории (с известными масштабом и экстентом) формируют пачку слоёв (иногда называемую кубом данных), позволяя интегрировать неограниченный набор независимых слоёв. Следовательно, изображения предоставляют множество слоев в каждой ГИС и добавляют необычайную мощь.

Растры могут представлять поверхности

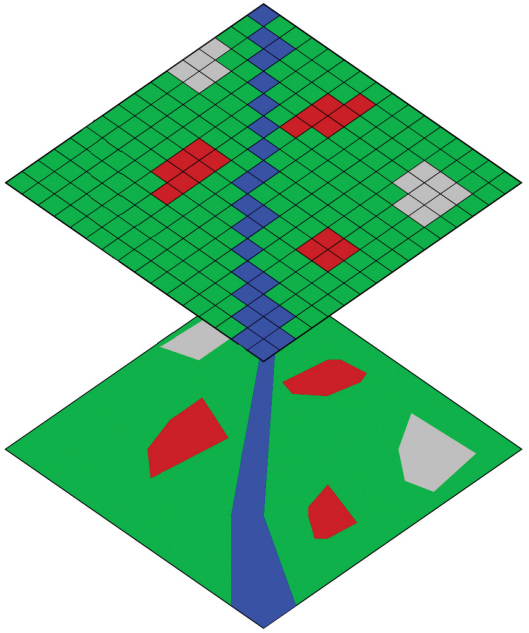


На данном примере весьма разнородный рельеф южной части штата Юта показан при помощи Базовой карты с отмывкой Landsat.

Растры могут представлять время

Данное картографическое веб-приложение разработано для того, чтобы показать среднемесячную глубину снежного покрова в 2014 году.

Растры могут представлять пространственные объекты

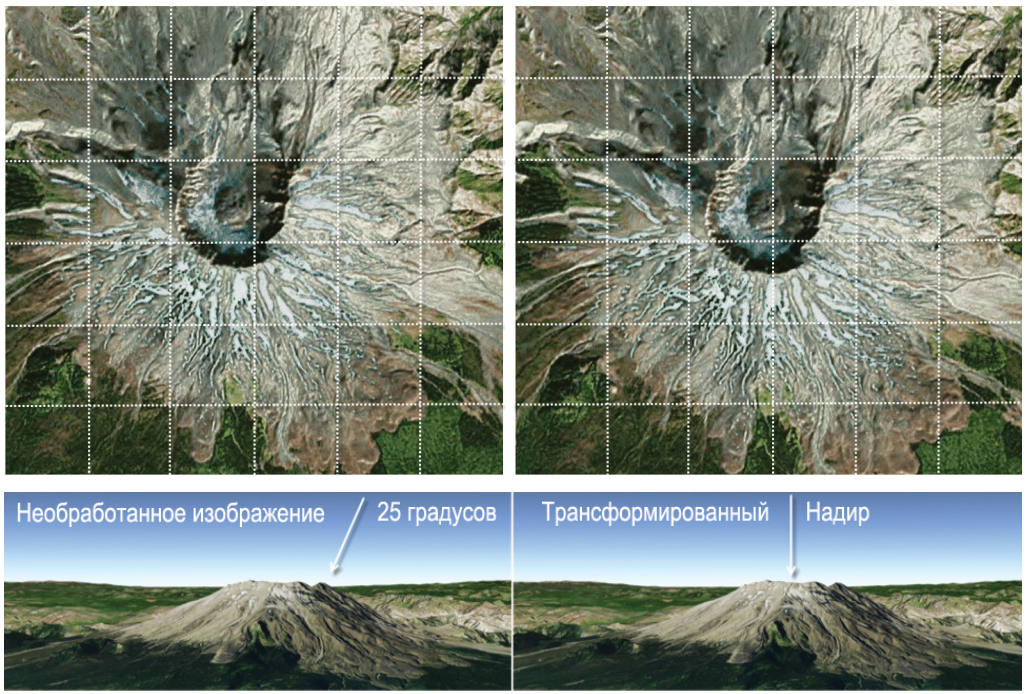


На схеме река показана как вектор (синий полигон переменной ширины в нижней части), конвертированный в растр (вместе с другими пространственными объектами) в верхней части.

Ортотрансформированный снимок

Использование рельефа позволяет точно выполнить пространственную привязку изображения

Количество информации в изображениях невероятно, но необработанные аэрофотоснимки и спутниковые изображения невозможно использовать в ГИС, если не провести предварительную подготовку – все пикселы должны обладать точными местоположениями (x,y) на земной поверхности. Фотограмметрия – это развивавшаяся на протяжении многих десятилетий дисциплина, занимающаяся обработкой изображений с целью получения точно привязанных (ортофототрансформированных) снимков. Ортофотоизображения уже обработаны, в них внесены исправления оптических искажений сенсорных систем и положения наземных объектов изменены с учётом перспективы, так как сенсоры снимают под углом к рельефу поверхности.



Вид, снятый под углом (например, 25°, слева) надо скорректировать, так как смещение вызвано рельефом, и создать ортотрансформированный вид (как будто смотрите прямо вниз, справа). Ортоизображение получается путем вычисления вида надира для каждого пиксела.

Для процесса ортофототрансформации требуются: детальное описание сенсора, обычно называемое моделью сенсора; детальная информация о местоположении и ориентации сенсора для каждого снимка; точная модель рельефа, например сервис World Elevation, доступный на ArcGIS Online. Ортотрансформированный снимок уже можно использовать в ГИС, он точно накладывается на прочие слои данных.

Спектрозональные изображения

Включение экстрасенсорного восприятия

Один из самых необычных типов изображений, полученных при дистанционном зондировании, это спектрозональные изображения. Каждое изображение состоит из данных, полученных с нескольких сенсоров, собирающих небольшие участки (или каналы) электромагнитного спектра. В таблице ниже приводится полный список длин волн (каналов), получаемых с Landsat 8. Ниже приведены примеры того, что становится «видно» при комбинировании различных каналов в красно-зелёно-синее изображение на экране или выводе на печать.

Канал 1	Coastal Aerosol
Канал 2	Blue
Канал 3	Green

Канал 4	Red
Канал 5	Near Infrared
Канал 6	Shortwave Infrared 1

Канал 7	Shortwave Infrared 2
Канал 8	Panchromatic
Канал 9	Cirrus

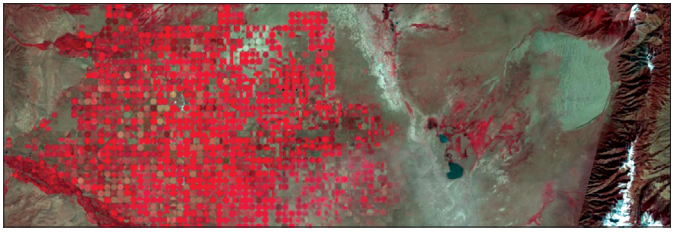
Канал 10	Термальный инфракрасный
Канал 11	Термальный инфракрасный

Каналы изображений Landsat 8 можно комбинировать, создавая разнообразные научные слои данных, которые можно использовать для исследований и анализа. Для получения более подробной информации см. сайт USGS Landsat .

Естественные цвета

Комбинация Natural Color (каналы 4, 3, 2) состоит из красного, зелёного и синего; она хорошо подходит для анализа широкого спектра как наземных, так и подводных объектов, а также городских исследований.

Инфракрасный цвет

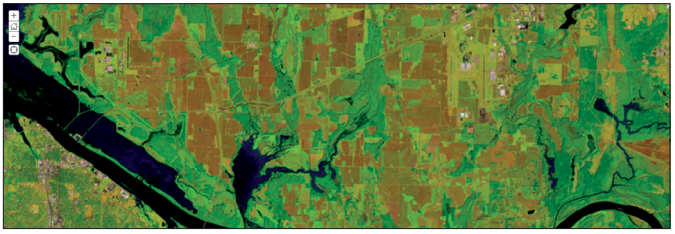


Фотографии в инфракрасном цвете часто называют фотографиями в псевдоцветах, так как на них цвета воспринимаются не так, как обычно видно человеческим глазом; они широко используется для интерпретации природных ресурсов.

Поверхность суши и воды

Landsat GLS Land and Water Boundary (каналы 4, 5, 3) выделяют границы между сущей и водой.

Анализ растительности

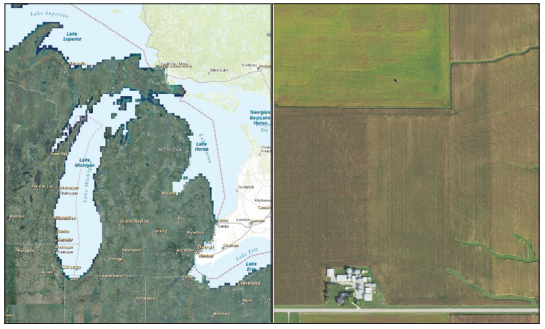


Данная комбинация каналов 6, 5 и 4 показывает орошаемую растительность ярко-зелёным цветом. Почвы показаны горчичным, коричневым и светло-лиловым.

Наборы данных мозаики

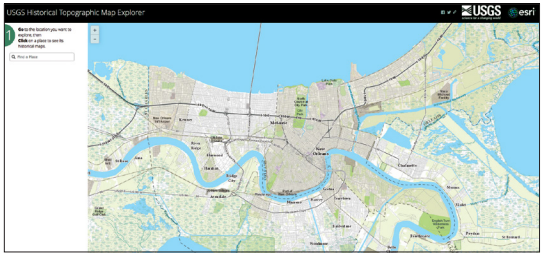
Совокупности изображений

Рекомендуемая в ArcGIS структура данных для управления и обработки изображений – набор данных мозаики. Мозаичная структура позволяет использовать возможности больших данных для огромных коллекций изображений. Каждая мозаика состоит из серии связанных наборов растровых данных, что позволяет хранить исходные отдельные файлы изображений на диске и при этом иметь к ним доступ в рамках единой интегрированной структуры. Мозаики используются для создания непрерывных полотнищ изображений, охватывающих огромные территории. Например, вы можете использовать мозаики для поддержания покрытия снимками высокого разрешения на целый континент. Или можно управлять исторической серией карт на всю страну, за все годы и во всех масштабах. Вы даже можете управлять огромными многомерными коллекциями информации с временными рядами для всех наземных наблюдений и с моделями климатических прогнозов (то что обычно называют 4D). Создать мозаику очень просто. Можно выбрать в качестве источника ряд пространственно привязанных файлов изображений и за несколько минут собрать их в мозаику, где каждое изображение станет «черепичкой» в общем наборе.



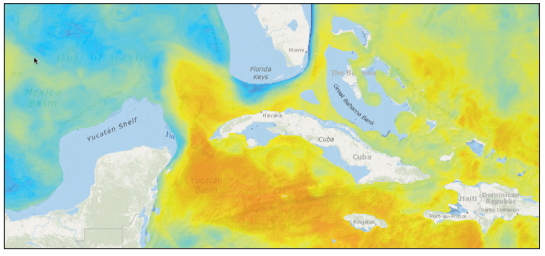
Управление очень большими наборами

Слева показано мозаичное изображение окрестностей Мичигана, Иллинойса и Висконсина, а справа – фермерские землевладения. Этот набор данных мозаики программы национальных сельскохозяйственных изображений (National Agriculture Imagery Program – NAIP) содержит около 400 тыс. отдельных листов снимков и охватывает всю территорию континентальных США. Там содержится вся информация по всем каналам для каждого снимка NAIP, а также обзорные изображения, позволяющие работать со снимками в разных масштабах.



Перенос исторических коллекций в жизнь

Мозаики изображений можно также составлять из отсканированных старинных карт, как это сделано в приложении Historical Topographic Map Explorer, содержащем 175 тысяч исторических карт Геологической службы США, собранных в мозаику на ArcGIS Online. Если у вас есть старинная карта или аэрофотоснимок, можете приписать к ним пространственную привязку и тоже загрузить в мозаику.



Анализ многомерных данных

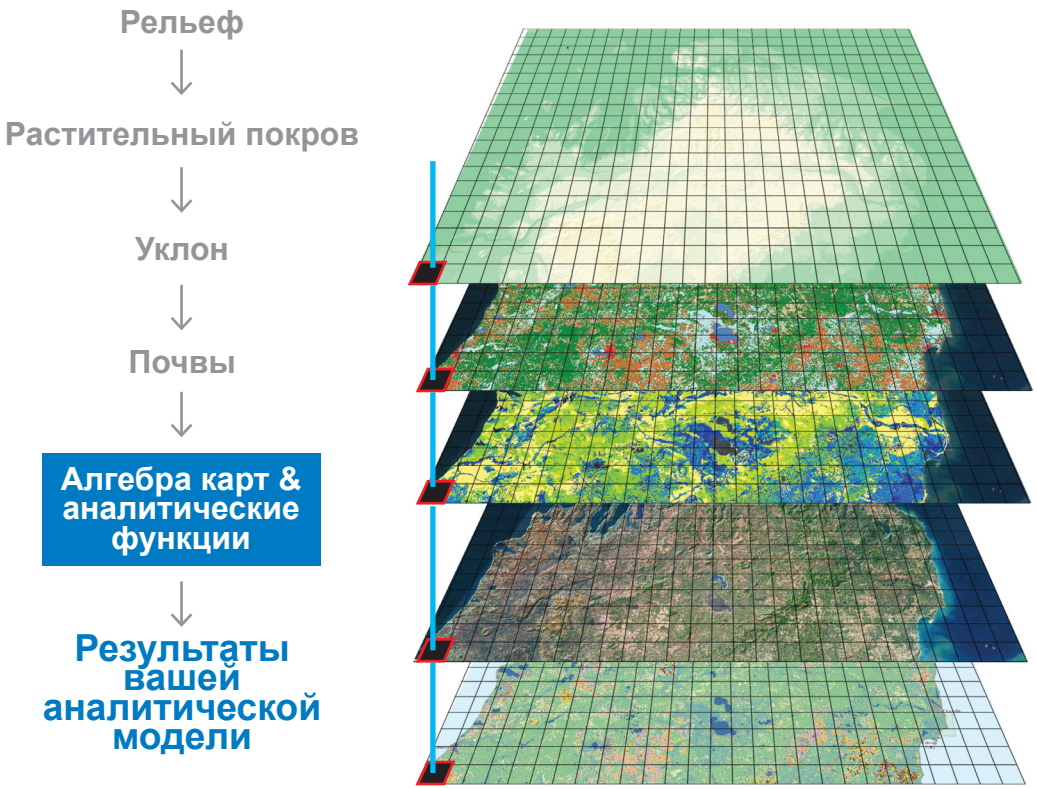
Многомерные данные захватываются по местоположениям, глубинам моря и датам. Специалисты в области наук о Земле нередко называют подобные данные 4D, так как они представляют местоположения в трёх измерениях плюс дополнительное измерение – время. Наборы данных мозаики помогают управлять и использовать многомерные данные.

Растры помогают в анализе

Слои можно собрать в стек

Растры облегчают широкий спектр сложных пространственных операций и математических функций, предоставляя простой, универсальный формат данных, который облегчает практически любой вид географических наборов данных. В свою очередь, это активизирует простые рабочие процессы для выполнения всех видов интересных и сложных аналитических операций и вычислений. Когда растровые ячейки накладываются друг на друга, они превращаются в готовые к обработке данные типа «стек».

Любой слой данных ГИС можно превратить в ячеистый набор данных, собрать вместе с другими наборами данных, таким образом создавая стек, который может содержать много слоев, позволяя вам объединять данные для полезных аналитических моделей.

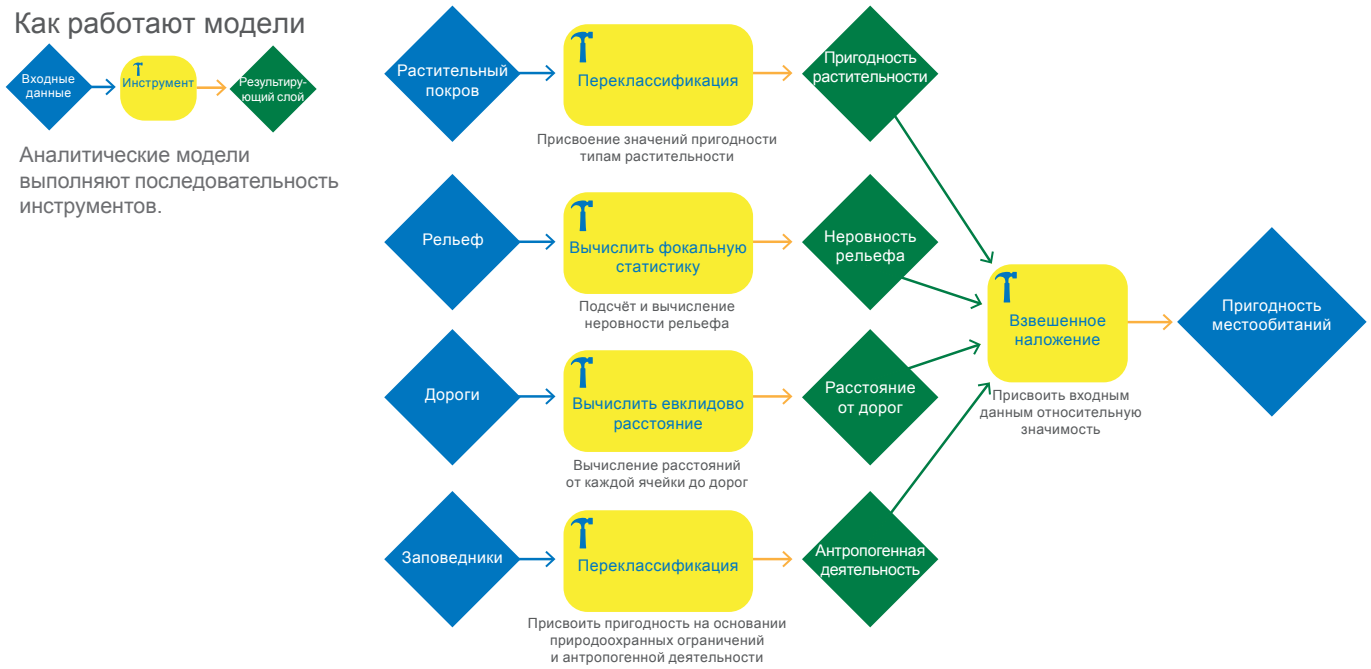


Растры активизируют мощные аналитические возможности. Например, стек из нескольких накладывающихся друг на друга растров позволяет выполнять интеграцию и полезные операции наложения. И соседние ячейки внутри растра можно использовать для расчета зональной статистики, близости к выбранным объектам, моделирования поверхности и функций потока. Кроме того, 3D и время можно очень серьёзно использовать для анализа.

Комбинирование растров в моделях

Связывание последовательности операций

Растровые слои и инструменты в ArcGIS объединяются в прогрессивную модель. Каждый инструмент растрового анализа выполняет с географическими данными небольшую, но существенную, операцию, например объединение слоев с взвешенным наложением, вычисление расстояний от каждой ячейки до определённых пространственных объектов или отслеживание пути прохождения потока через поверхность. В свою очередь, эти производные слои могут передаваться в дополнительные инструменты, которые генерируют дополнительные результаты. Это позволяет собирать последовательности операций и создавать свои собственные алгоритмы пространственного анализа. С их помощью вы можете использовать ArcGIS для моделирования практически любой пространственной задачи, над которой работаете.



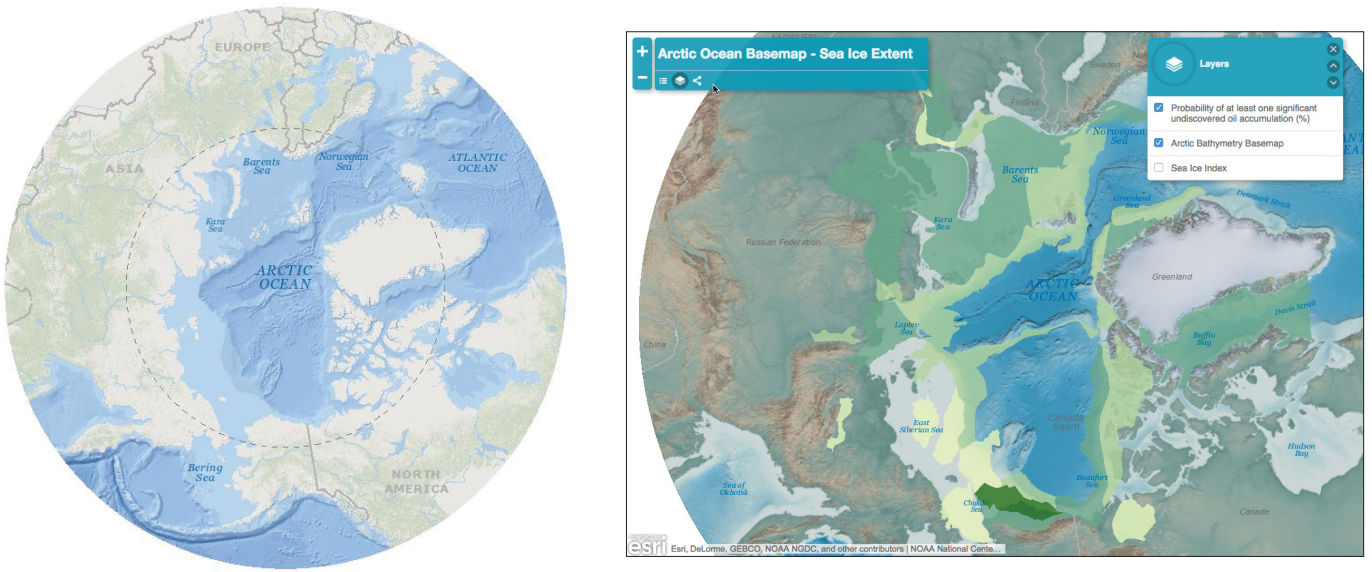
Геообработка представляет собой методичное выполнение последовательности операций с географическими данными, в результате которого создаётся новая информация. Тип растровых данных обладает одними из самых богатых инструментов для моделирования и комбинирования растровых слоев. Упрощенная модель среды обитания горных львов является замечательным примером возможностей моделирования и анализа растров в ArcGIS.

Практический пример: новый уровень холода

Базовая карта Северного Ледовитого океана

За последние несколько лет в отделе Базовых карт океанов в ESRI заметили, что внимание мирового научного сообщества смещается на север. Отступление морских льдов и увеличение трафика движения судов в пределах Северного Ледовитого океана оказалось в центре обсуждения морских сообществ. Чтобы поддерживать сообщества, в отделе Базовых карт океанов Esri разработали Карту Северного Ледовитого океана.

Базовая карта Северного Ледовитого океана использует полярную проекцию, которая оптимизирована для этой части планеты. Азимутальная равновеликая проекция Ламберта, центрированная относительно Аляски, позволяет легко соединять Базовую карту Северного Ледовитого океана с полярно-ориентированными приложениями. В настоящее время она располагает данными из многочисленных авторитетных источников океанографических батиметрических данных из морского сообщества, связанного с Esri. Как и в варианте базовой карты Мирового океана Web Mercator, карта Северного Ледовитого океана состоит из двух картографических сервисов. В этой веб-карте, базовые и справочные сервисы объединены в некий картографический «бутерброд».



Базовая карта Северного Ледовитого океана (слева) использует специальную проекцию, которая оптимизирована для изучения этого региона, охватывающего северные широты земного шара от 50 до 90 градусов северной широты. Она (и сопутствующая версия со снимками) предназначена для использования в качестве базовой карты для наложения других данных Арктического региона, как в этом примере (справа) с изображением распространения льда и данных нефтедобычи поверх полярной базовой карты.

Слово профессионалу: Дон Райт

Снимки из подводного царства

Более 1500 человек совершили восхождение на гору Эверест, свыше 300 человек побывали в космосе, 12 прогулялись по Луне, но лишь только трое погрузились и поднялись обратно из самой глубокой части океана. Мы должны идти в море на судах подобно Одиссею, чтобы исследовать глубинный мир. Чтобы получить его снимки, мы полагаемся на звуковые датчики на борту и дистанционных датчиков выше и ниже. Затем мы полагаемся на ГИС, чтобы превратить этот широкий спектр данных в информацию, которую мы можем использовать: для картирования и восстановления местообитаний, проектирования охраняемых природных территорий, управления глубоководным промыслом, моделирования путей эвакуации в случае цунами, ликвидации нефтяных разливов, улучшения навигации в портах и чтобы понять, как ураганы разрушают берега. Мы также используем для открытий. Нашим «новым» границам более трех миллиардов лет, но мы не нанесли на карту и десятую часть, причём на уровне детальности тропинок в парке.

Тем не менее, будущее исследований глубокого темного моря выглядит светлее, чем было до нас. Мы разрабатываем лучшие сенсоры и аналитику, а также способы добиться от их совместного использования наилучших результатов. В течение многих лет сенсоры на спутниках и самолетах прекрасно видели объекты на поверхности воды, но не под волнами. Бортовые датчики используют электромагнитные волны, и чем глубже вы заглядываете в толщу воды, тем сильнее эти волны искажаются и рассеиваются. Звуковые волны, тем не менее, могут проходить через воду дальше и быстрее. Таким образом, для воды мы используем акустические датчики, чтобы визуализировать толщу воды. Мы используем интенсивность звукового сигнала, чтобы определить формы объектов и характер дна океана. Как правило, районы с осадочными породами плохо отражают, а потоки лавы из извергающихся подводных вулканов стекловидные и отражают сигналы очень хорошо. Металлические предметы, такие как затонувшие корабли и сбитые самолеты, также отражают.

Главный научный сотрудник Esri Дон Райт помогает в продвижении программ Esri в области естественных наук, экологии, охраны природы, климата и океанов.

Из плаваний с акустическим зондированием мы получили снимки на лучших уровнях детализации, но таких систематических исследований было слишком мало. Поэтому нам нужно и дистанционное зондирование с помощью подводной видеографии и фотографии, а также ГИС для перевода различных размерностей, постановления и точностей данных в изображения, которые позволят действительно понять подводный мир.

См. видео: Дон Райт и Джек Данджермонд обсуждают ГИС и океаны

Быстрый старт

Добыча снимков Landsat

Президент Esri Джек Данджермонд описывает влияние Landsat

Веб-сайт Change Matters

Данные Landsat 8 доступны для всех, у кого есть доступ в Интернет. Благодаря веб-сервисам Amazon (AWS) данные Landsat 8 стали общедоступны для всех, кто может использовать компьютерные ресурсы по требованию для выполнения анализа и создания новых продуктов, без необходимости беспокоиться о стоимости хранения данных Landsat или времени, необходимом для их загрузки. Все сцены Landsat 8 стали доступны с 2015 года, наряду с некоторыми сценами от 2013 и 2014 гг. Все новые сцены Landsat 8 становятся доступны ежедневно, порой через несколько часов после съёмки.

Landsat видит Землю уникальным образом. Он снимает все местоположения на земной поверхности, раскрывая все секреты, от вулканической деятельности до разрастания городов. Landsat видит явления в широком диапазоне электромагнитного спектра, в том числе и невидимые для человеческого глаза. Landsat снимает все места на земной поверхности каждые 16 дней, поэтому мы можем наблюдать, как места изменяются со временем.

Esri активно участвует в этой инициативе. Amazon содержит один петабайт снимков Landsat из Геологической службы США и облака веб-сервисов Амазона; любой пользователь из ГИС-сообщества может ими пользоваться. В Esri пошли ещё дальше и создали ряд общедоступных веб-сервисов, обновляемых на ежедневной основе. Каждый день новые сцены Landsat 8 добавляются и выкладываются в общий доступ, наряду с уже имеющимися сценами. Это спектрозональные сервисы с поддержкой времени, дающие не просто самую свежую симпатичную картинку, но также все полученные с Landsat информационные ресурсы.

Esri берёт снимки Landsat, содержащиеся в облаке Amazon, и делает их доступными и удобными для сообщества пользователей ArcGIS. Здесь приведены примеры некоторых доступных готовых к использованию сервисов изображений.

Урок Learn ArcGIS

Оценка гарей на спутниковых изображениях

Летом 2015 года лесные пожары опустошили Национальный парк «Глейшер» в штате Монтана (США). Когда они стали утихать, перед Департаментом лесного хозяйства и управления природными ресурсами штата встала задача количественно измерить площади поврежденных участков. На основании данных о площади гарей можно начинать планировать лесовосстановительные работы. Но выполнять наземные измерения сложно и непрактично. Зато измерения целесообразно проводить на спутниковых снимках.

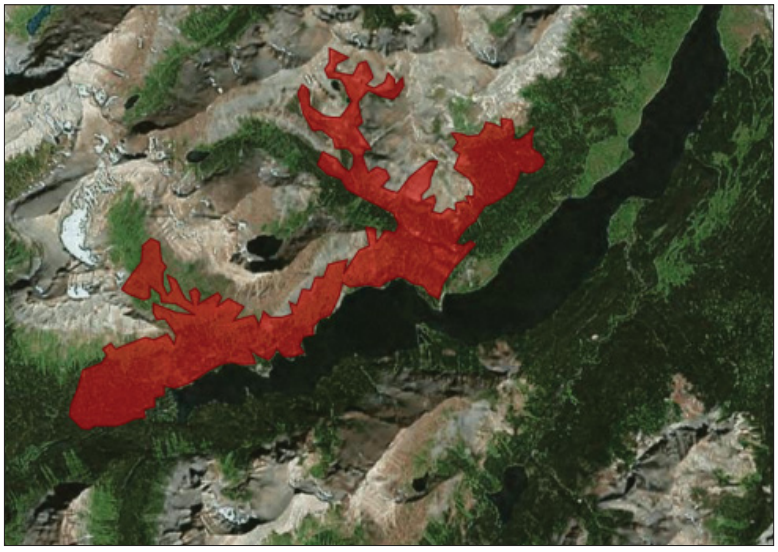
На этом уроке вы примеряете на себя роль ГИС-специалиста, работающего в Департаменте лесного хозяйства над анализом повреждений Национального парка «Глейшер». Для начала надо будет сравнить спутниковые изображения Landsat 8 до и после пожаров. Затем вы измените комбинацию каналов изображений после пожаров, чтобы выделить гари и сделать качественные выводы. После этого надо будет произвести количественную оценку, вычислив нормализованный индекс гарей (NBI) на основании спутниковых изображений. Наконец, вы создадите класс пространственных объектов, представляющий границы гарей, вычислите их площади и опубликуете его в ArcGIS Online для всех сотрудников департамента.

Основано на знаниях в этих областях:

- Отображение различных комбинаций каналов
- Создание пользовательской комбинации каналов
- Вычисление нормализованного индекса гарей
- Публикация слоев в ArcGIS Online

Что необходимо:

- ArcGIS Pro
- Права администратора или издателя в организации ArcGIS
- Предполагаемое время: 2 часа



Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter3_Lesson

04

Увидеть то, что было незримы

Сенсоры расширяют границы человеческого видения

Изображения – богатый источник информации, а не просто картинки. Сенсоры обладают большей чувствительностью, сканируя территорию широкими полосами электромагнитного спектра, они «видят» то, что скрыто от человеческого глаза. Благодаря этому оборудованию ученые, геологи, ботаники и другие специалисты могут изучать условия среды, события и деятельность, которые были не очевидны. Применение сенсоров бесспорно очень важно, а сфера их применения чрезвычайно обширна.

Расширяя горизонты видения

Спектрозональные данные дают глубокое понимание

Каждый день десятки сенсоров выполняют аэросъёмку и космическую съёмку Земного Шара. Почти все, что происходит в мире, фотографируется, измеряется, отслеживается и исследуется с помощью тысяч сенсоров, установленных на спутниках, самолетах, беспилотниках и роботах. Большая часть этой информации превращается в совокупность изображений, интегрированных в большую реалистичную ГИС мира.

Некоторые из этих сенсоров способны видеть больше того, что можно увидеть глазами, и благодаря этому мы можем увидеть то, что не является очевидным. Спектрозональные изображения измеряют и захватывают эту информацию о мире в видимых и невидимых для человека частях спектра.

Применяются и другие технологии для получения данных. Активные сенсоры – лазеры, радары и прочие – фиксируют отраженные сигналы, которые пересылаются со скоростью света и несут в себе ещё больше информации. Все эти данные собираются в общем хранилище информации. Некоторые сенсоры изображений могут видеть сквозь облака и лесной покров. Они обнаруживают такие детали, которые невозможно обнаружить простыми средствами. Благодаря этой бесценной информации мы лучше понимаем природные процессы и степень влияния человеческой деятельности на общество и окружающую среду. Возможность собирать эти данные и расширять источники информации приобретает все возрастающее значение для ГИС-специалистов.

Сообщество специалистов активно развивает технологии дистанционного зондирования с тех пор, как первая камера была поднята на борт самолета. Сегодня изображения от сенсоров, работающих во всех диапазонах спектра, являются необходимым условием для принятия наиболее эффективных решений во многих областях деятельности. Данные от новых типов спектрозональных сенсоров, используемых в научной работе и исследованиях, обрабатываются в ГИС на основе тех же принципов, что и у традиционных снимков в естественных цветах. В настоящее время скорость и содержание собираемой и передаваемой информации более оперативно, чем когда бы то ни было, проводить важнейший сравнительный анализ событий, вызванных деятельностью человека или природой.

Веб-ГИС – это нервная система планеты, и изображения в различных спектрах выполняют в ней особенно важную функцию.

В декабре 2015 г. в Никарагуа произошло неожиданное извержение проснувшегося вулкана Момотомбо. На этом изображении в псевдоцветах выделены области с высокой температурой, в основном потоки лавы на северо-западе.

Снимки в естественных цветах

Видимая часть спектра

Камера телефона представляет собой сенсор, предназначенный для того, чтобы делать снимки, то есть отображать объекты теми цветами, которыми мы привыкли их видеть. Эти снимки представляют собой наборы пикселов, выраженных как глубина красного, зеленого и синего цветов. Именно таким образом делают снимки летательные и в том числе спутниковые средства – вдоль видимого спектра – получая изображения поверхности Земли сверху с географической привязкой. Изображения в естественной цветовой гамме не столь ярки, как другие типы изображений, но имеют исключительно важное значение.

Несколько простых снимков видимой с воздуха части ландшафта вносят ясность и помогают разглядеть множество детальных сведений о местоположении и географическом контексте. Растущее число сенсоров и увеличение частоты снимков усиливают прикладное значение изображений и фотографий.

Покрытие снимками на весь мир

Базовая карта World Imagery (в масштабе, позволяющем разглядеть Сент- Джонс, Ньюфаундленд) – наиболее часто используемая в ArcGIS базовая карта; число обращений к этой карте превышает два миллиарда в неделю. Сшитое из десятков источников и сохраненное в облаке, такое изображение помещается в кэш и оптимизируется для использования как в глобальных видах, так и при просмотре местоположения в высоком разрешении.

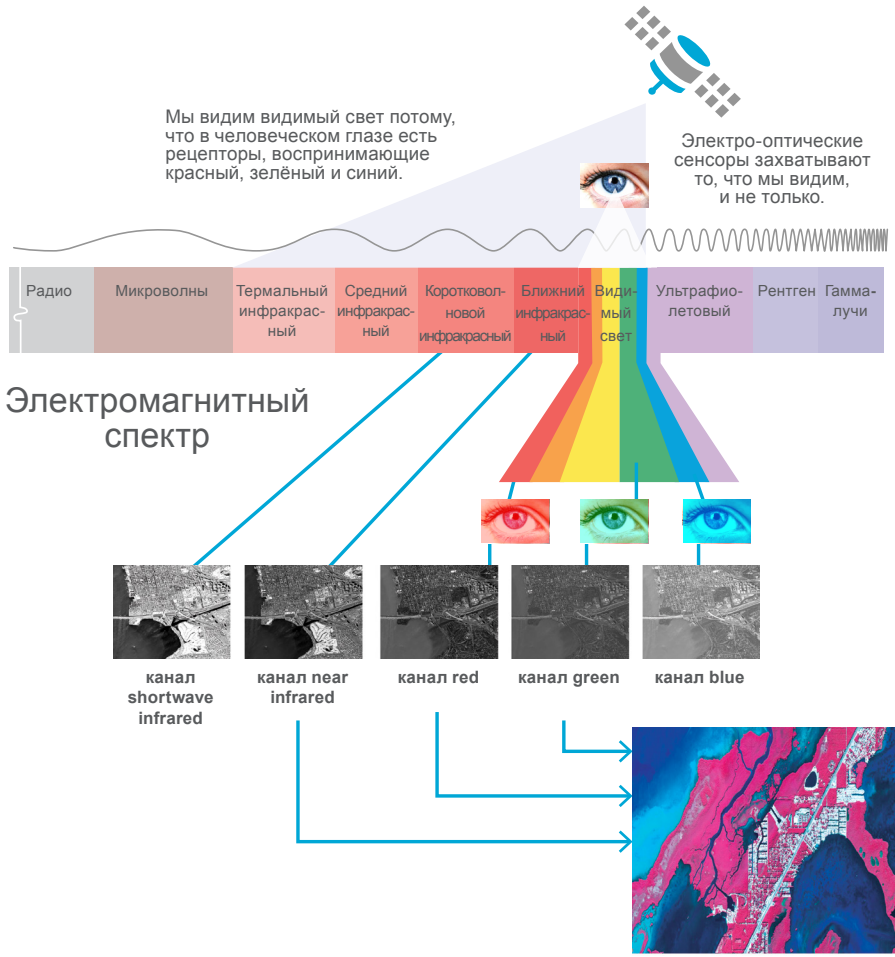
Очевидные закономерности

В национальном парке Эгмонт (Новая Зеландия) находится потухший вулкан Таранаки. Граница практически правильной круглой формы, окружающая лесистые территории склонов, представляет пример того, что можно увидеть на снимках в естественных цветах. Щелкните изображение, чтобы посмотреть карту-историю с округлыми объектами со всего Земного Шара.

Электромагнитный спектр

Увидеть за пределами видимого

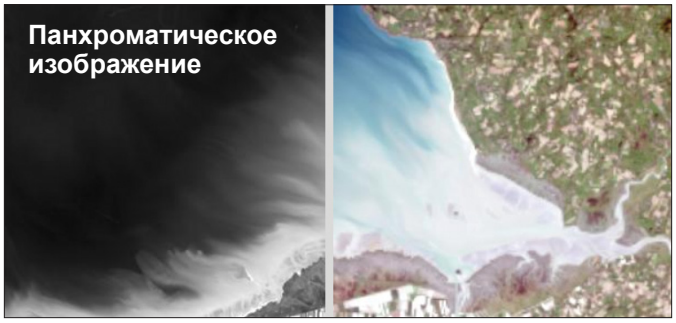
Когда авиация только начинала развиваться, фотографии, выполненные с большой высоты, применялись для военных и научных целей. Довольно скоро ученые и фотографы-профессионалы поняли, что на этих снимках можно обнаруживать то, что не заметно невооруженным глазом. Более глубокую и богатую информацию можно получать при обнаружении излучения, длины волн которого выходят за пределы видимого спектра. Выяснилось, что именно эти зоны спектра позволяют уловить наиболее ценную информацию. Новая технология съёмки предоставила ранее неизвестные данные о Земле, которые способствовали тому, что мы стали понимать мир намного полнее, чем это было возможно.



Многие из сенсоров измеряют каналы электромагнитного спектра и известны под названием электрооптические (ЭО) сенсоры. Они записывают длины световых волн, отражаемых или испускаемых всеми объектами на поверхности Земли. Эти электромагнитные сигналы включают видимый спектр, инфракрасные и другие частотные каналы отраженного энергетического спектра.

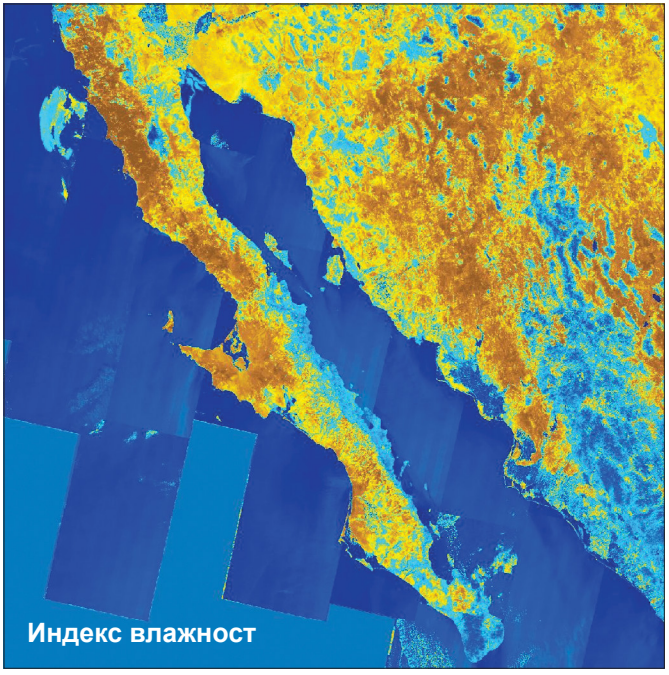
Комбинации спектрозональных каналов

Спектрозональные изображения содержат измерения различных частотных диапазонов электромагнитного спектра. Если рассматривать эти частотные диапазоны как цвета, то можно сказать, что есть цвета, которые не видны человеческим глазом. Эти частотные диапазоны называются каналами. Сенсоры изображений измеряют разные комбинации каналов. Самой продолжительной и, возможно, самой известной программой получения спектрозональных изображений была Landsat, которая начала сбор изображений Земли в 70-х годах прошлого столетия. Цветовые изображения создаются после назначения данных для трех каналов (красный, зеленый или голубой) электронного дисплея (или принтера для получения печатной копии). Ниже приведены несколько примеров различных альтернативных комбинаций каналов и их применений.



Панхроматические изображения как правило записываются в более высоком разрешении, чем спектрозональные каналы на любом спутнике. Они продолжают оставаться важнейшим источником данных для множества ГИС-приложений, в качестве эталона для базовой интерпретации и анализа. Панхроматические данные часто комбинируется с данными других каналов с помощью процесса, который называется панхроматическим слиянием, с целью создания сцены с более высоким разрешением.

Для сельского хозяйства применяется комбинация каналов 5,4,1. Обильная растительность отображается ярко-зеленым цветом, здоровая растительность отображается темно-зеленым цветом, а бедная растительность – тускло-зеленым.

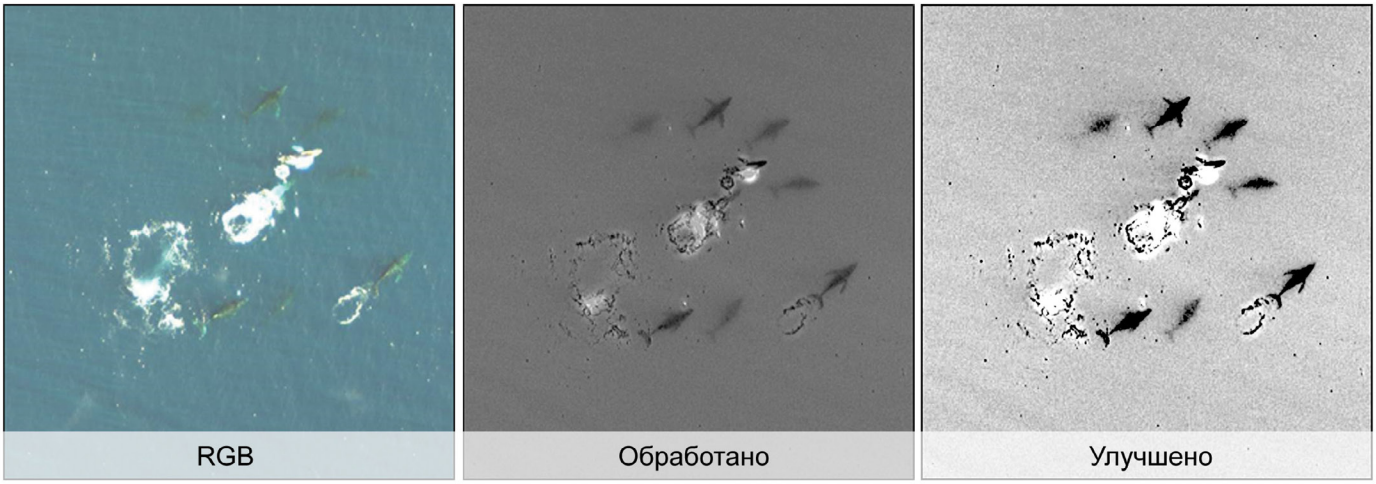


Нормализованный разностный индекс влажности (NDMI) оценивает содержание влаги в растительности. Водоёмы, болота и растительность с высоким содержанием влаги отображаются голубым цветом, переходящим в темно-синий по мере увеличения содержания влаги, а более сухие области отображаются желто-коричневыми оттенками. Аналитики изображений часто применяют формулу, которая позволяет объединять выбранные спектрозональные каналы для вычисления различных индексов.

Спектрозональные изображения в действии

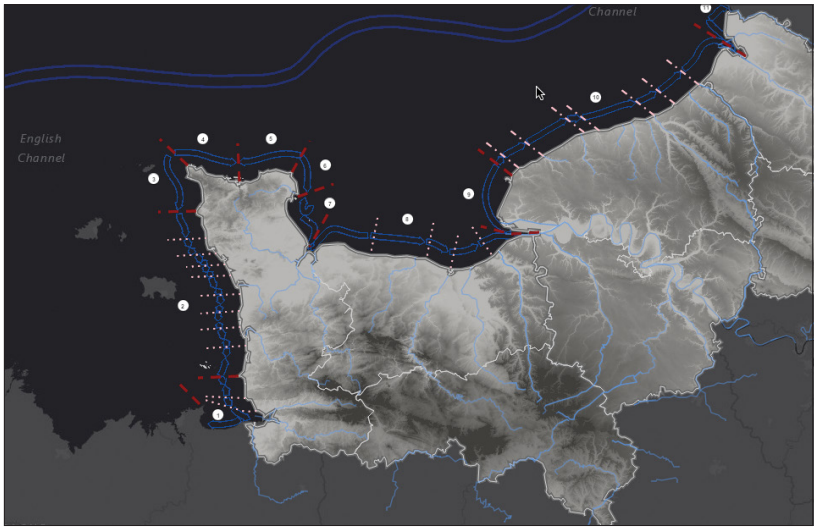
Подготовка изображений, полученных с помощью дистанционного зондирования, к работе

Обнаружение морских млекопитающих



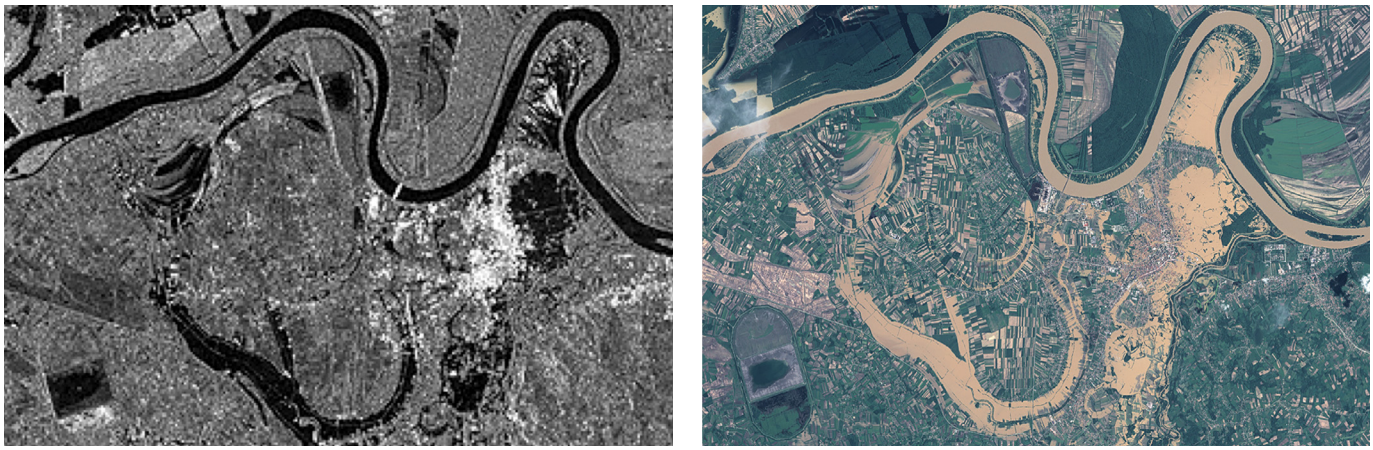
Для специалистов, наблюдающих за морскими млекопитающими, анализ инфракрасных изображений в условиях дня и ночи является эффективным средством для получения точных сведений о морских обитателях.

Динамика и риски прибрежной эрозии



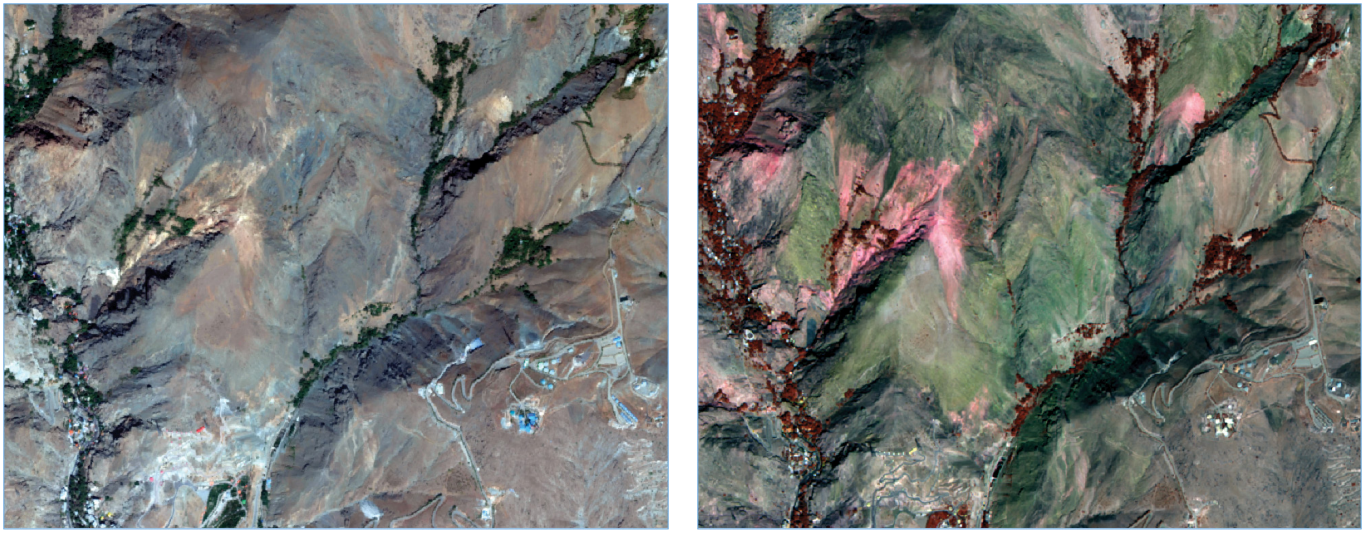
Французская организация Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard использует изображения с целью изучения эволюции береговой линии от Нормандии до Пикардии. Представленная на французском языке, эта ошеломляющая карта-история отслеживает перемещение осадков, песков и гравия в прибрежной полосе под действием приливных течений, волн и господствующих ветров. Береговая эрозия оказывает существенное влияние на пляжи и скалы.

Мониторинг наводнений



На этих изображениях, полученных на западе Сербии, показаны разливы двух рек по окрестным полям после большого наводнения 2014 года. Сербские города Крупань и Обреновач полностью затоплены. Различные участки земли полностью скрыты под водой и грязью. Изображение слева получено с помощью радара TerraSAR-X в ночь, когда это наводнение уже началось и разрушило земляные плотины, а оптическое изображение SPOT справа получено, когда облачность уменьшилась, и на нем показаны последствия разрушительного наводнения в полном объеме. Для сравнения даны два изображения района затопления: за 9 месяцев до наводнения и в день, когда уровень воды был максимальным.

Снимки горных пород для разведки минералов



Изображения территории, находящейся рядом Тегераном (Иран). Слева в естественных цветах, справа – в коротких инфракрасных волнах (SWIR). Обратите внимание, насколько хорошо различима вершина скалы, показанная с использованием каналов Swir (отображена розовым цветом), от той, что представлена в естественном цветовом диапазоне. Различающиеся между собой типы скальных пород позволяют аналитикам легко распознавать определенные минералы, сужая область поиска определенных материалов.

Европейская программа Copernicus для наблюдения Земли

Copernicus – это программа Европейского космического агентства (ESA) по наблюдению за планетой Земля, задача которой – отслеживание изменений, происходящих на нашей планете и в окружающей среде. Невозобновляемые природные ресурсы находятся под гнётом растущего роста населения, что создает все возрастающий спрос на безопасное жизненное пространство, свежую воду, плодородную землю и чистый воздух.

Для принятия правильных решений органам государственной власти, политикам, людям бизнеса и гражданам нужны надежные и обновляемые информационные сервисы. Программа Copernicus зиждется на выделенной группировке спутников под названием Sentinels – более десятка таких спутников будет выведено на орбиту в течение ближайших 10 лет для мониторинга морей, поверхности земли, климата, чрезвычайных ситуаций, безопасности и атмосферных явлений. Первый из них – Sentinel-1A с полярной орбитой, является всепогодным и способен днем и ночью выполнять задачи радиолокационного обнаружения и получения изображений для наземных и океанических служб. Он вступил в строй в конце 2014 г. Второй спутник – Sentinel-1B был успешно запущен в апреле 2016.
Sentinel-2A был запущен в июне 2015 г. для мониторинга земли и растительности, а также прибрежных вод. На борту этого нового спутника находятся оптические инструменты с высокой разрешающей способностью, охватывающие 13 спектральных диапазонов и с шириной захвата 290 километров. Высокая чувствительность диапазонов датчика означает, что он особенно подходит для мониторинга развития городов и землепользования, как это видно на снимке Рима, Италия (справа), полученном в августе 2016 г.

Комбинированное изображение оптического сенсора, Sentinel-2 и сенсора радара, Sentinel-1A показывает развитие городов и потенциальные изменения земельных угодий в Риме в 2016 году. Связанное приложение сравнивает Sentinel-2 с Landsat 8.

Sentinel-1A над Гренландией

Вы можете скачать приложение ESA для наблюдения за орбитами спутников Sentinel в реальном времени. Вы можете найти «ESA Sentinel» на iTunes App Store или Google Play на Android.

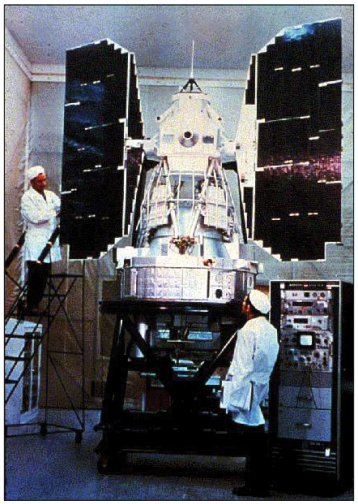
Смотрите видео полета спутника Sentinel-1A

Программа Copernicus онлайн

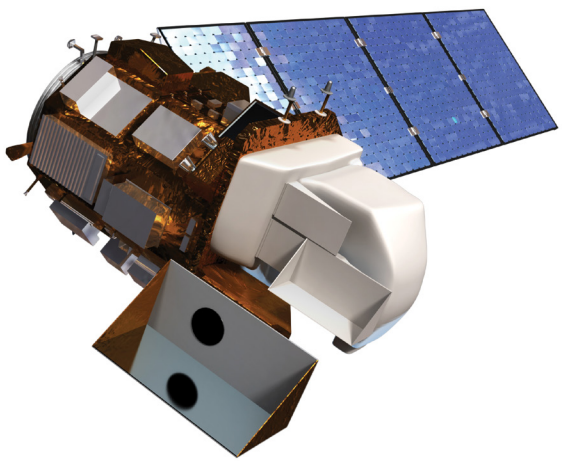
Практический пример: Программа Landsat

Программа Landsat является одной из первых, запущенных для получения спутниковых снимков Земли. 23 июля 1972 г. был запущен первый спутник дистанционного зондирования Земли. Со временем его переименовали в Landsat. Самый последний, Landsat 8, был запущен в 2013 году Спутниками Landsat были получены миллионы снимков. Архивированные на приемных станциях Landsat по всему миру, эти изображения являются уникальным ресурсом для исследований глобальных изменений, сельского хозяйства, геологии, лесного хозяйства, регионального планирования, наблюдения и образования. Исторические архивы доступны для просмотра на веб-сайте USGS EarthExplorer. До Landsat 7 эти данные имеют восемь спектральных диапазонов с пространственным разрешением от 15 до 60 метров. Каждая часть покрытия Landsat перефотографируется каждые 16 дней.

В Landsat 8 добавлено два дополнительных диапазона. Эти три ключевых задачи и научные цели последней «птицы» были собирать и архивировать данные спектрозональных изображений среднего разрешения (30 метров на пиксел), что дает сезонный охват глобальных массивов суши на период не менее пяти лет;
гарантировать, что данные Landsat достаточно согласуются с данными, полученными из более ранних миссий Landsat, с точки зрения охвата и спектральных характеристик, а также качества продукта и доступности данных, чтобы со временем разрешить исследования растительного покрова земли и изменений в землепользовании; распространять данные Landsat 8 для широкой общественности на недискриминационной основе без каких-либо затрат для потребителя.

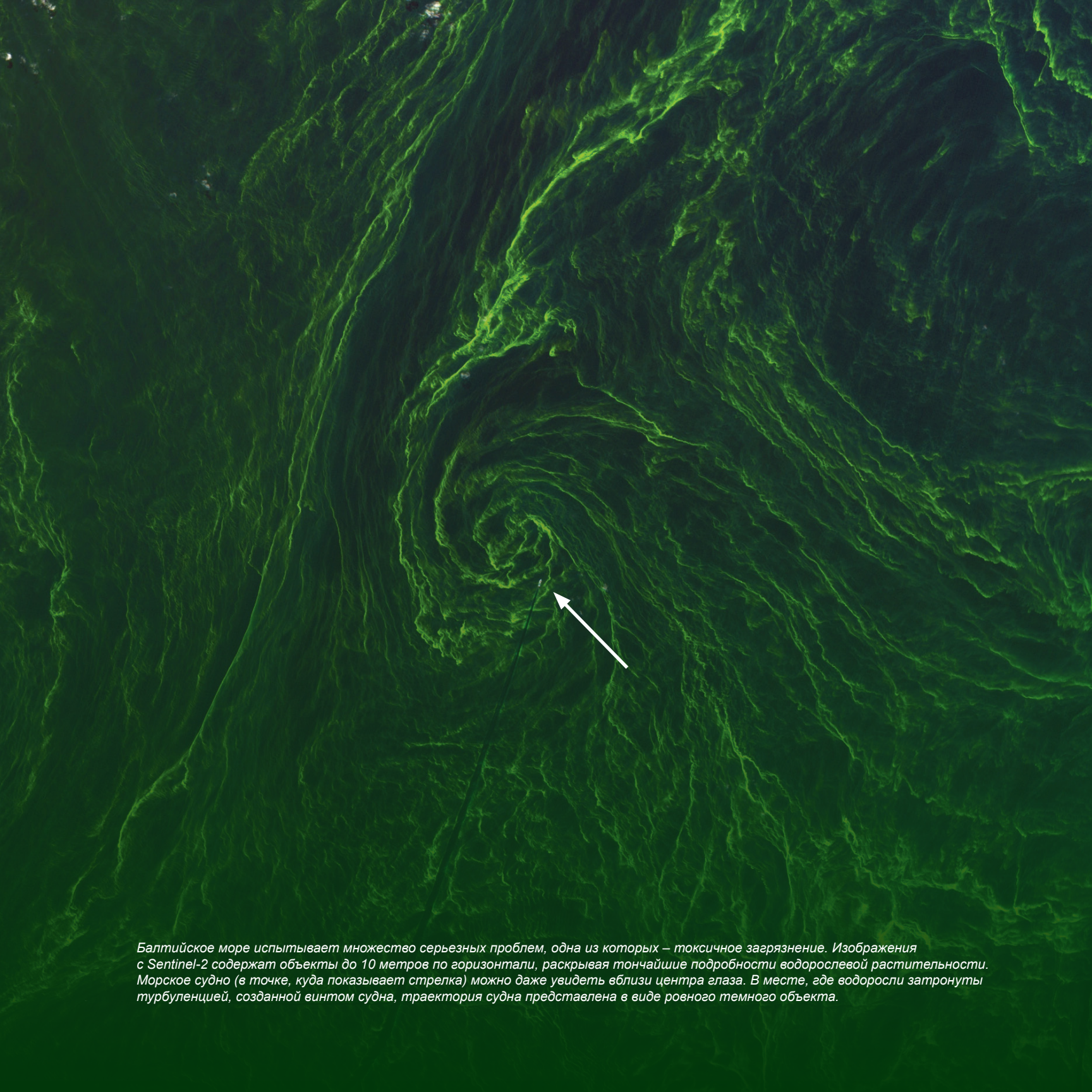


В 1976 г. Landsat 1 (слева, во время окончательной сборки) обнаружил крошечный необитаемый остров в 20 км от восточного побережья Канады. Впоследствии этот остров получил название Landsat по имени спутника.



Landsat 8 получил два новых спектральных диапазона, диапазон deep blue coastal/aerosol и коротковолновый инфракрасный диапазон cirrus, что позволило ученым измерить качество воды и улучшить обнаружение высоких, тонких облаков.

Видео: Обзор миссии по обеспечению непрерывности данных Landsat



Балтийское море испытывает множество серьезных проблем, одна из которых – токсичное загрязнение. Изображения с Sentinel-2 содержат объекты до 10 метров по горизонтали, раскрывая тончайшие подробности водорослевой растительности. Морское судно (в точке, куда показывает стрелка) можно даже увидеть вблизи центра глаза. В месте, где водоросли затронуты турбуленцией, созданной винтом судна, траектория судна представлена в виде ровного темного объекта.

Найти так называемый «красный край»

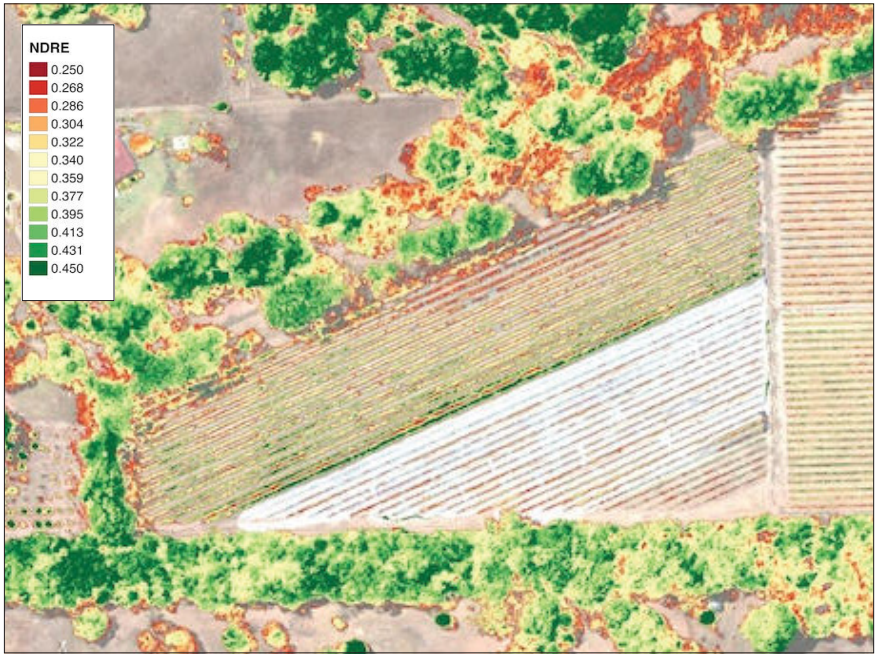
Спектрозональные камеры на базе летательных аппаратов переустраивают сельское хозяйство

Спектрозональное дистанционное зондирование будет использоваться для повышения урожайности растений. Красное ребро – это граница между (видимым) красным и (невидимым для людей) ближним инфракрасным (БИК) диапазонами, она называется ребром, потому что спектральный профиль растительности показывает резкое увеличение яркости от красного до БИК. Когда растительность угнетена, и профиль изменяется, ребро перемещается, и узкий спектральный диапазон на правильной длине волны может обнаружить резкое различие. Камеры MicaSense's RedEdge откалиброваны под классические спектральные диапазоны голубого, зеленого, красного и БИК, но имеют также и пятый диапазон на 720 нанометрах специально для обнаружения перемещения красного ребра. По мере необходимости может использоваться недорогой беспилотный летательный аппарат, оснащенный камерой MicaSense, позволяя садоводу калибровать орошение, внесение удобрений, а также применение инсектицидов (что также возможно делать с помощью беспилотника).

RGB (стественный цвет)

Инфракрасный цвет

Normalized Difference Red Edge Index

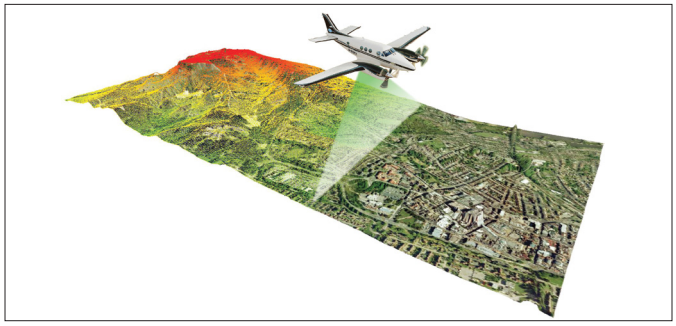


Современные и легкие спектрозональные камеры обеспечивают точные многополосные данные для применения в сельском хозяйстве дистанционного зондирования. Это означает, что гиперлокальный полет беспилотника может легко определить проблемные для урожая районы – красная область в верхних рядах виноградника видна через красное ребро фильтра (справа).

За пределами отраженного солнечного света

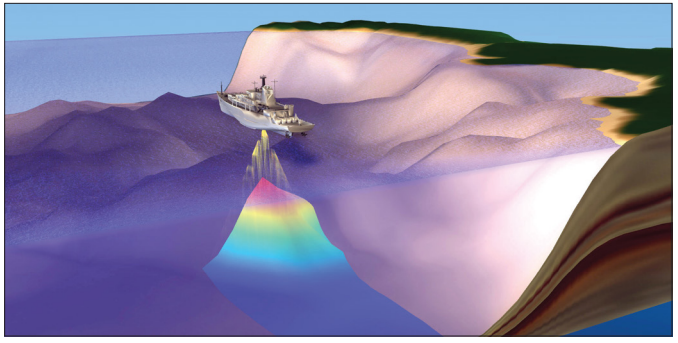
Лидар, радар и сонар – активные датчики

Датчики изображения космического базирования обычно измеряют солнечный свет, отраженный от земли. Это часто называют пассивным зондированием. В противоположность этому, активные датчики, такие как лидар, радар и сонар, излучают импульсы энергии, а затем следят за возвратом энергии. По мере того, как обратная энергия возвращается на датчик, интенсивность и временные метки обратных сигналов используются для определения точной формы и местоположения объекта. Активные датчики отлично работают в ночное время, унаследованное свойство активных технологий зондирования.



Лидар использует лазерную технологию для сканирования объектов и ландшафтов, а также записывает детали поверхности рельефа и формы этих объектов на основе их измеренного расстояния от сканирующего устройства. Возвращенный лазер используется для создания облака точек в пространстве X, Y, Z, которое содержит ряд атрибутов, таких как интенсивность, угол взгляда и очень точную отметку времени. Лидар может использоваться для моделирования не только ландшафта, но и деревьев, зданий, линий электропередач, мостов и вообще всего, что находится на и над поверхностью земли.

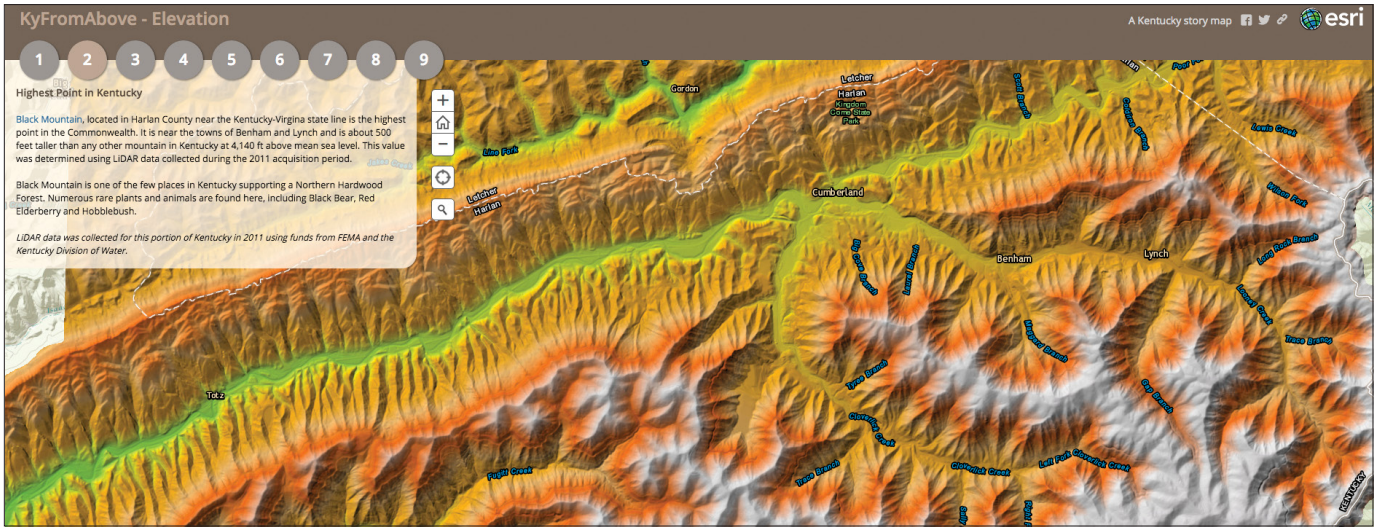
Радар особенно полезен при полетах в ночное время или в облачности. В отличие от оптических датчиков, которым необходима четкая, прямая (без препятствий) видимость, радар работает одинаково хорошо в ночное время и в ненастную погоду. Недостатком радара является то, что его разрешение ограничено длиной радиоволны.



Сонар – это волна выбора в батиметрии. Акустический импульс, излучаемый датчиком, распространяется единым узким коническим сгустком энергии, направленной вниз по направлению ко дну моря (или озера, реки). Затем преобразователь «слушает» отраженную от подводного рельефа энергию и преобразовывает возвратное время в значения глубины.

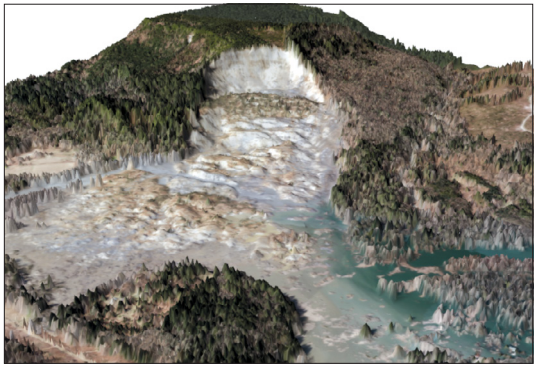
Применение лидаров

Отображение рельефа поверхности с высоким разрешением



KyFromAbove – это картографическая программа для правительства штата Кентукки, которая содержит полную лидарную коллекцию поверхности рельефа содружества в высоком разрешении. Эта карта-история рассказывает о коллекции со всего штата и о том, как её внедрили.

Цифровая модель местности (DSM-ЦММ)



Лидар часто собирают после крупных событий, произошедших на Земле, таких как оползни. Эта 3D-сцена показывает результаты схода сокрушительной силы оползня Осо в штате Вашингтон, о котором мир узнал весной 2013 г..

Фотореалистичные сцены

LAS файлы (универсальный формат обмена данными лидара) представляют собой набор точек, каждая из которых имеет горизонтальные координаты и значение высоты по вертикали. LAS файлы обеспечивают общий формат для хранения дополнительной информации, такой как интенсивность лазера, угол сканирования, а также обратной информации. Когда используется кодировка красно-зелено-синего (RGB), сцены приобретают фотореалистичный внешний вид, как эта визуализация Петалума, штат Калифорния.

На радаре

Отражая на высоких частотах

Радар для наблюдения за погодой и погодный радар Doppler

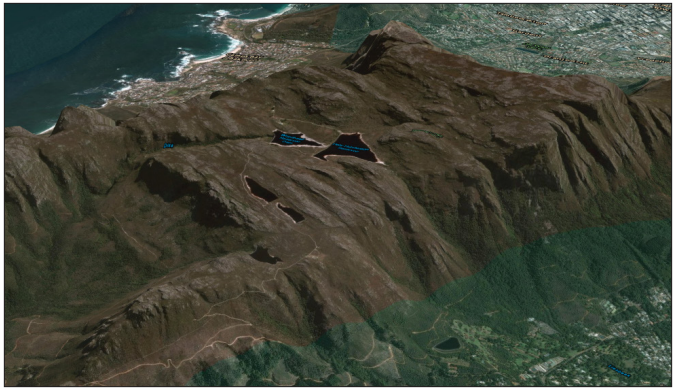
Погодный радар представляет собой тип радара, который используется для обнаружения осадков и их типа (например, дождь, снег или град), а также для расчета перемещений штормовых систем. Современные метеорологические радиолокаторы в основном доплеровские, способные обнаруживать движение и расположение капель дождя в дополнение к интенсивности осадков. Радиолокационные данные можно проанализировать, чтобы определить структуру штормов и их потенциальную возможность вызвать суровые погодные условия.

NEXRAD представляет собой сеть из 160 доплеровских метеостанций высокого разрешения, эксплуатируемых Национальной метеорологической службой. Эта интерактивная карта NEXRAD радара позволяет просматривать и взаимодействовать с поминутной погодой для Гавайских островов.

Данные высот SRTM

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) была научно-исследовательская работа NASA Space Shuttle, в которой были получены цифровые модели рельефа на почти глобальном масштабе от 56 ° южной широты до 60 ° северной широты в попытке создания цифровой топографической базы данных Земли высокого разрешения, из космоса.

Для получения данных о рельефе Space Shuttle *Endeavour* был оснащен двумя радиолокационными антеннами, одна в грузовом отсеке челнока, а другая на конце 60-метровой мачты. На борту радар с синтезированной апертурой, использовался для создания карты поверхности рельефа Земли с разрешением 30 метров. После того, как миссия была завершена, и данные могли быть обработаны, она была опубликована, и в течение первых нескольких лет была доступна с уменьшенным разрешением 90 метров. Недавно данные о рельефе стали доступны для всего мира в полном разрешении 30 метров.



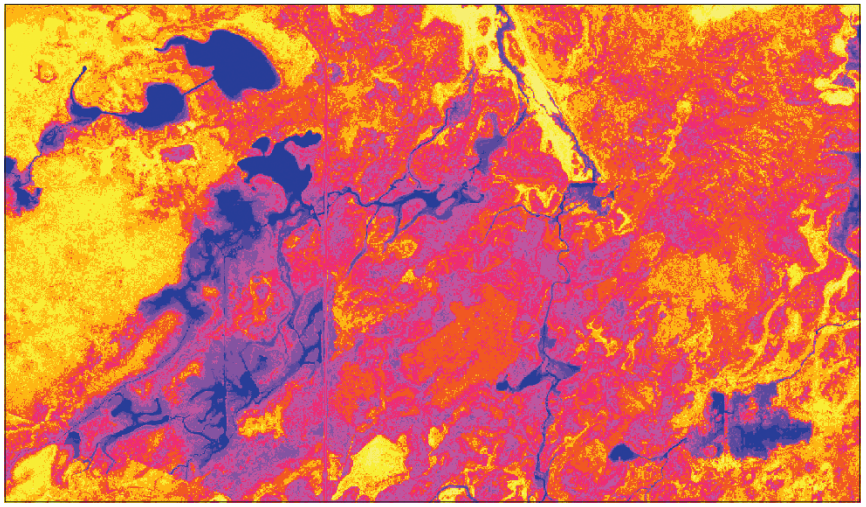
Этот тур веб-сцены по Африке использует данные рельефа, которые были собраны топографической миссией Shuttle Radar, которая представила первый в мире глобальный охват высот для всего мира.

Где тепло? Где газ?

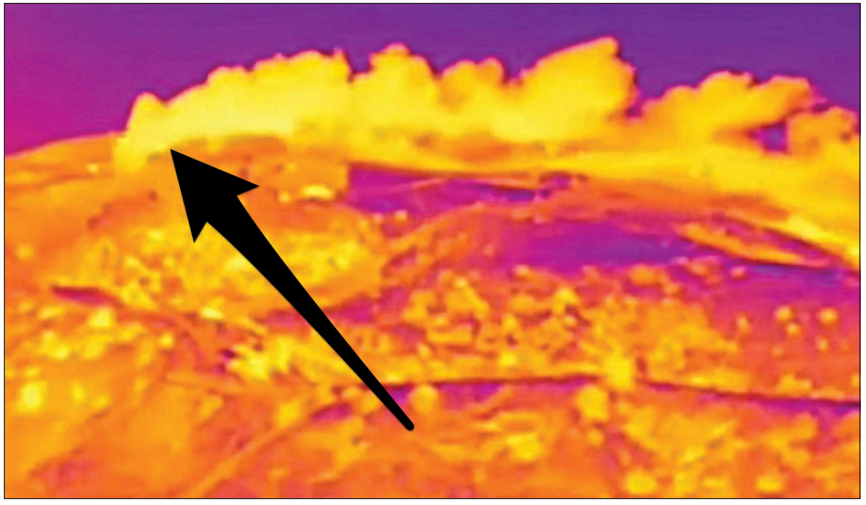
Приложения для теплового и газового зондирования

Все объекты на Земле излучают инфракрасное излучение, так как они имеют температуру. Эта энергия – длинноволновая, и она может быть собрана с помощью тепловых инфракрасных датчиков. Датчик тепловидения способен работать днем и ночью, так как он не требует освещения; все объекты излучают энергию сами по себе, и днем и ночью. Более горячие объекты vvизлучают больше энергии, на тепловом изображении они выглядят более яркими.

Геотермальная энергия



Тепловые инфракрасные данные, собранные в рамках проекта, финансируемого по программе геотермальных энергетических технологий Государственного Департамента США. Эта особенно активная геотермальная область находится в Connley Hills центрального Орегона.



Снимки, собранные с помощью камеры с тепловым инфракрасным датчиком, отображают пламя токсичного газа, который был невидим невооруженным глазом. Этот выброс на склоне горы в Портер-Ранч, Калифорния, продолжался в течение 110 дней и был окончательно локализован в феврале 2016 года.

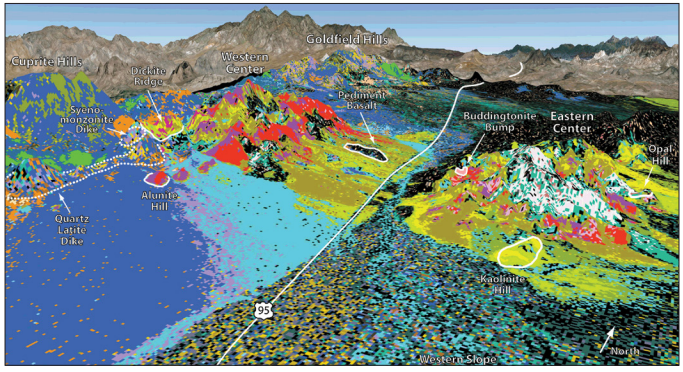
Гиперспектральные изображения

Дактилоскопирование почвы

Гиперспектрального датчики видят мир, используя широкую полосу электромагнитного спектра, но в отличие от спектрозональных сенсоров, гиперспектральные системы имеют гораздо больше спектральных диапазонов, что делает возможным наблюдение детальных спектральных сигнатур. Гиперспектральные изображения могут активировать идентификацию определенных растений и минералов.

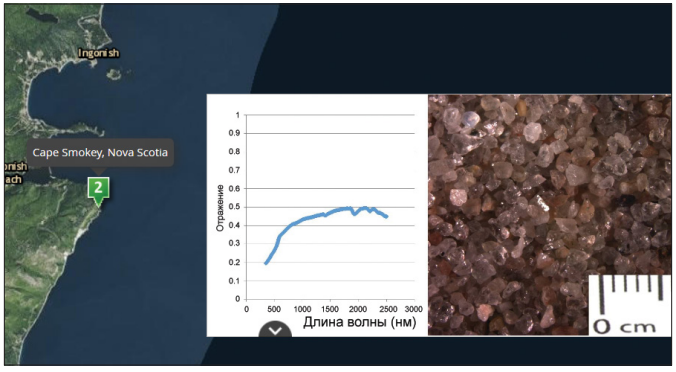
Многие проекты, которые используют гиперспектральных датчики, предназначены для фокусировки на отдельных диапазонах, чтобы обнаружить наличие необычных явлений. Эти подписи позволяют идентифицировать материалы, которые составляют сканируемый объект. Обнаружению известных спектральных объектов способствует их тенденция иметь очень схожие спектральные характеристики, где бы они ни происходили. Например, спектральная сигнатура белой сосны однотипна и отличается от сигнатуры сахарного клена. Горные породы, которые содержат значительные количества одного минерала, отличны от похожих пород, в составе которых присутствует другой тип минерала. Эти отличия используются для идентификации и извлечения объектов для использования в различных приложениях.

Составление карты минералов

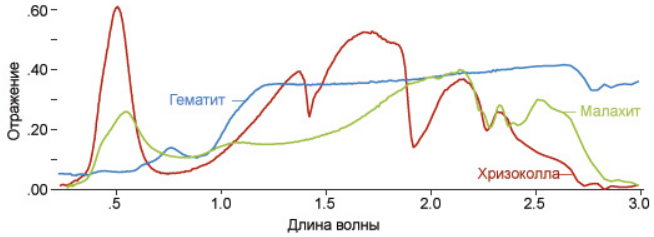


В гиперспектральной карте Куприта, штат Невада, представлен сводный вид минералогии поверхности и идентифицировано ранее нераспознанное гидротермальное событие нагрева паром, которое привело к интенсивному распространению железосодержащих элементов.

Отображение на карте песков и океанских субстратов



Уникальные спектральные сигнатуры для различных типов почв и песка могут способствовать картографическому отображению для геологии или планирования горной добычи.



Отдельные материалы, отсканированные с использованием гиперспектральных изображений, обладают уникальными характеристиками, или отпечатками пальцев. Этот график сравнивает отражательную способность гематита (железная руда) с малахитом и хризоколлу (обогащенные медью минералы), длина волн от 200 до 3000 нанометров.

Слово профессионалу: Сара Пэркак

Использование спутниковой археологии для защиты памятников старины

На Земном Шаре может быть сотни тысяч, если не миллионы, еще не обнаруженных древних памятников, и Сара Пэркак хочет их найти. В качестве спутникового археолога, она анализирует инфракрасные изображения, собранные намного выше земной поверхности, и находит незначительные изменения, которые сигнализируют о присутствии скрытых от глаз рукотворных элементов. Делая это, она и ее коллеги стремятся сделать невидимую историю снова видимой, и предложить новое понимание прошлого.

Она черпает вдохновение от своего деда, который был пионером аэрофотосъемки. Во время учебы в колледже египтологии, Пэркак прошла курс по дистанционному зондированию и продолжала развивать методику обработки спутниковых данных, чтобы найти в Египте места археологической значимости. Этот метод позволяет быстро и недорого обнаруживать новые исторические объекты.

Вместе со своим мужем, Грегом Мамфордом, они провели исследования и раскопки в различных районах Египта. Она использовала несколько типов спутниковых снимков для поиска источников воды и археологических объектов.

Ее последняя работа сосредоточена на разграблении античных объектов. Наблюдая спутниковое отображение карты Египта и сравнивая античные объекты с течением времени, группа заметила, что с 2009 года рост разграблений памятников старины возрос на 1000 процентов.
Вполне вероятно, что каждый год древние артефакты разворовывались на миллионы долларов. Возможно, картография поможет защитить еще не известные памятники старины и сохранить нашу богатую историю.

Сара Пэркак является ведущим экспертом в космической археологии. Она из Бангор, штат Мэн, и является научным сотрудником археологии Национального географического общества, членом Общества антикваров и старшим научным сотрудником TED 2013. Сара выступает в качестве учредительного директора лаборатории Глобальной системы наблюдения в Университете штата Алабама в Бирмингеме, где она является профессором.

Смотрите интервью с Сарой Пэркак на TED

Доведите карту до изображения

Работа в пространстве изображения

Не всем приложениям для работы с изображениями требуется проецирование данных сенсоров на карту; другими словами, им не требуется регистрировать изображения в географической системе координат. Существует множество приложений, в которых удобней и целесообразней работать с исходным изображением и просматривать его с ракурса камеры. Это называется работой в пространстве изображения, в противоположность работе в системе координат карты. Различные военные и гражданские исследовательские приложения предполагают использование как вида карты, так и окна изображения. Например, инспекционные приложения эффективно используют и вид изображения, и вид карты во взаимодействии.

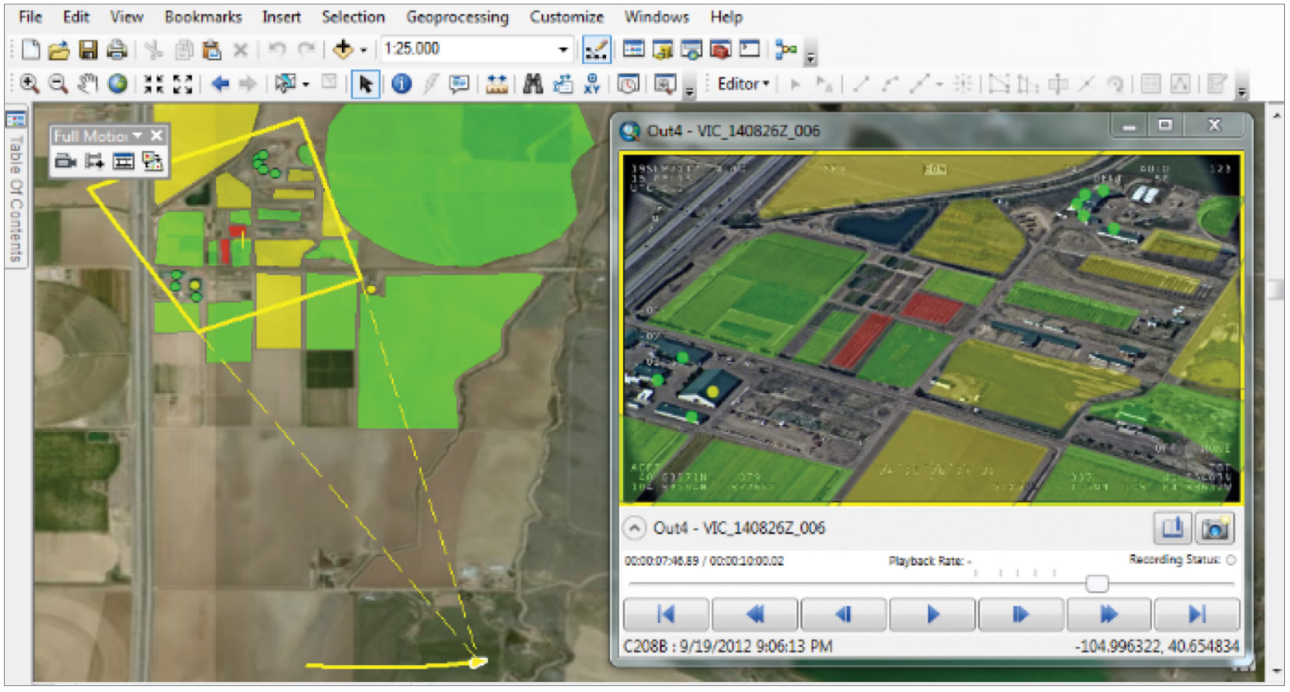
Одним из самых первых применений беспилотников было обследование строений. В этом примере использования изображений, полученных с помощью летательных аппаратов (в данном случае модели 3DR ценой под $ 1000), траектория полета выглядит желтым кругом, а синие точки обозначают точки съемки. Наклонный вид во вьюере изображений является примером просмотра серии изображений в пространстве изображений, чтобы увидеть снимки, сделанные камерой, без искажений.

Полномасштабное видео

Поместите видео на карту и карту на видео

ArcGIS имеет возможность интеграции и вставки полномасштабного видео (FMV) при условии, что у вас есть метаданные с описанием географического расположения для этого видео. Это сродни географической привязке аэрофотоснимков, с поправкой на то, что в видео географическую привязку имеет каждый кадр. Такие видео с географической привязкой подчиняются форматам, установленным Советом по стандартам видео-образов (MISB), который осуществляет надзор за стандартами видеосъемок, имеющих отношение к органам обороны и разведки в США.

Это позволяет размещать места съемок видео кадров, отвечающих требованиям MISB, в качестве окон в видах карт, а данные карт – как дополнительные наложения видео. Технология FMV позволяет быстро и легко анализировать видеоданные, получаемые от разных типов бортовых датчиков, установленных на самолетах, беспилотниках и других летательных средствах.

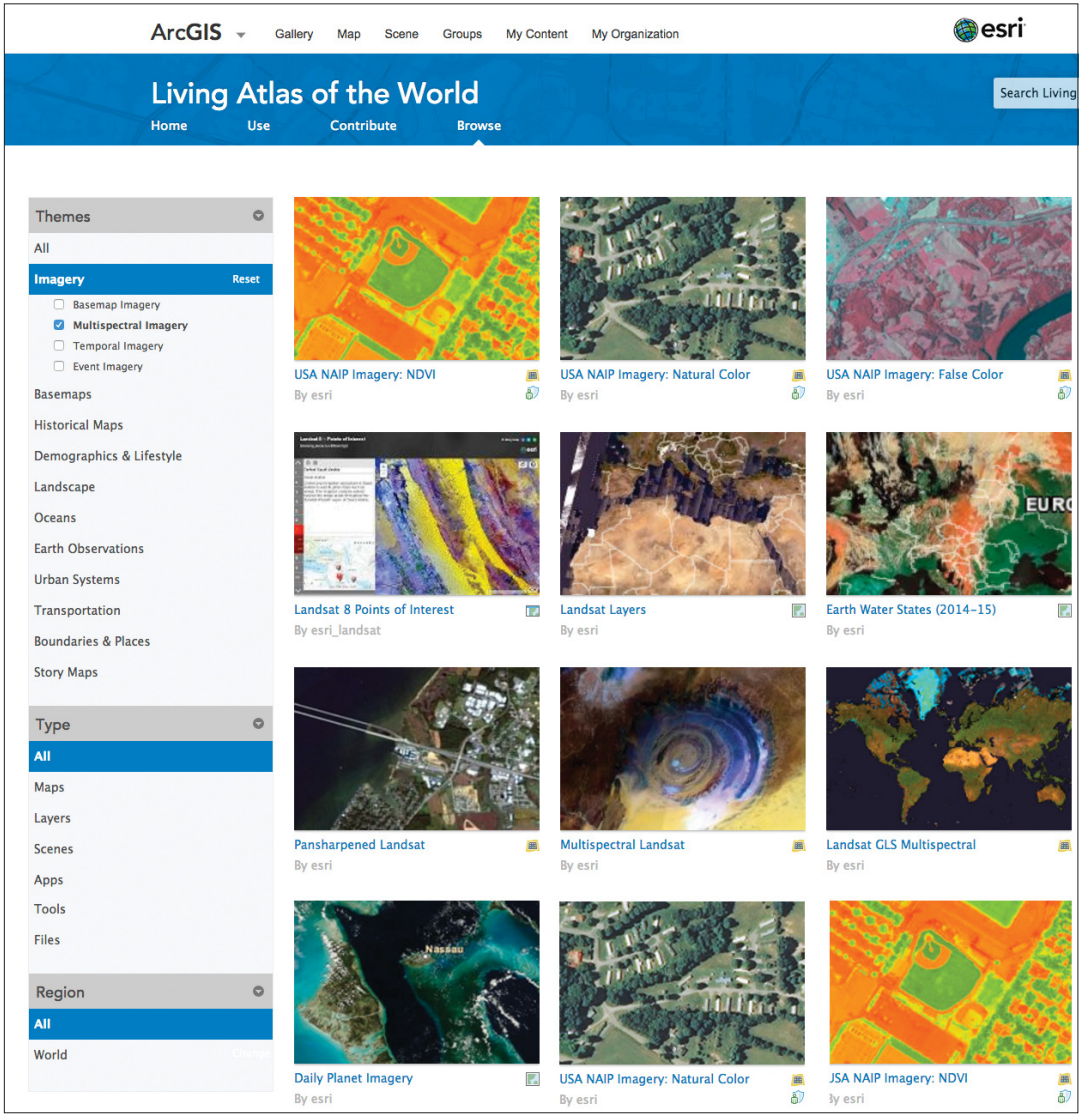


Возможности полномасштабного видео связывают местоположения и углы обзора камеры летательного аппарата с ГИС-картой, что позволяет отслеживать местоположение летательного аппарата, а также покадрово просматривать видимую камерой область.

Быстрый старт

Галерея спектрозональных снимков в Living Atlas of the World

Самый быстрый способ получить доступ к спектрозональным снимкам в ArcGIS Online – через Living Atlas of the World. Но это только начало. Открыв какой-нибудь из этих сервисов в ArcGIS, можно воспользоваться командой меню Показать изображение, чтобы настроить собственные комбинации каналов.



Урок Learn ArcGIS

Анализ уровня воды озера Поянху (Китай) при помощи спектрозональных изображений для выявления динамики изменений соотношения площадей воды и суши на протяжении длительного времени

На этих уроках вы примеряете на себя роль учёного-географа, которого попросили вычислить, насколько изменилась территория с 1984 по 2014 гг. На основании снимков Landsat вы классифицируете почвенно-растительный покров за различные даты на протяжении последних тридцати лет, чтобы показать только территорию водной поверхности озера. Затем надо будет определить, насколько изменилась за это время площадь озера.

Классификация почвенно-растительного покрова для измерения исчезающих озёр

Озеро Поянху, крупнейшее в Китае пресноводное озеро, всегда подвергалось значительным сезонным колебаниям уровня воды. В последние годы подпитывавшееся дождями и рекой Янцзы озеро Поянху испытывало особенно экстремальные колебания, чему поспособствовала многолетняя засуха, а также строительство плотины «Три ущелья».

В сухие сезоны вода была на опасно низком уровне, и даже в дождливые сезоны уровни воды упали. Изменения повлияли как на местную экономику, так и на растительный покров региона. Но если местные жители хотят что-то сделать для спасения своего озера, они должны сопоставить свои наблюдения с научным фактом.

Плотина «Три ущелья» в Китае.

Человек бредёт по пересохшему руслу реки близ озера Поянху (Китай).

Основано на знаниях в этих областях:

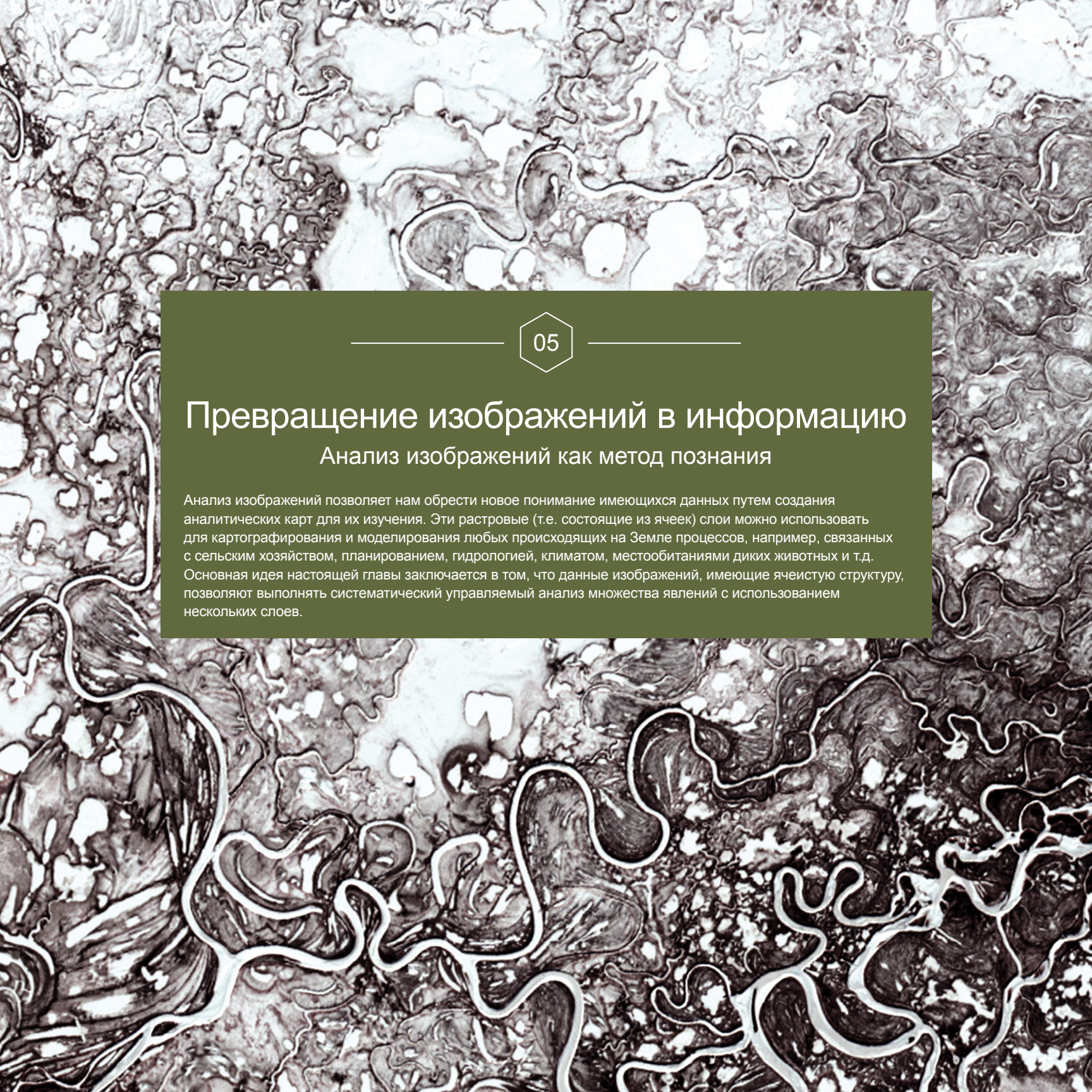
- Классификация почвенно-растительного покрова
- Вычисление изменений площади

Что необходимо:

- ArcGIS Pro
- Дополнительный модуль ArcGIS Pro Spatial Analyst
- Предполагаемое время: 1 час 15 минут

Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter4_Lesson



05

Превращение изображений в информацию

Анализ изображений как метод познания

Анализ изображений позволяет нам обрести новое понимание имеющихся данных путем создания аналитических карт для их изучения. Эти растровые (т.е. состоящие из ячеек) слои можно использовать для картографирования и моделирования любых происходящих на Земле процессов, например, связанных с сельским хозяйством, планированием, гидрологией, климатом, местообитаниями диких животных и т.д. Основная идея настоящей главы заключается в том, что данные изображений, имеющие ячеистую структуру, позволяют выполнять систематический управляемый анализ множества явлений с использованием нескольких слоев.

Анализ изображений улучшает ваше понимание происходящих процессов

ГИС с изображениями позволяют решать сложнейшие проблемы

ArcGIS предоставляет вам аналитическую платформу, позволяющую сочетать в аналитических моделях растровые изображения с другими типами географических данных. Это просто. ГИС хранит информацию в географических слоях. Между тем сцены изображений земной поверхности и сенсорные данные также доступны в качестве слоев. ArcGIS содержит тысячи операторов анализа, которые могут получать статистическую информацию, а перемещение модели и пролет над созданными поверхностями поможет вам найти наиболее и наименее подходящие области для ваших занятий.

Изображения являются источником разнообразной информации - своеобразной «виртуальной трубой» информации вашей ГИС. В свою очередь, ArcGIS содержит ряд операторов пространственного анализа, позволяющих вам глубже погрузиться в изучение имеющейся информации. Такие аналитические инструменты позволят вам ответить практически на любой вопрос - это может быть получение статистического сигнала из своих данных, исследование последовательных во времени событий и прогнозирование их наступления в будущем. Пространственный анализ представляет собой получение новых информационных слоев, которые помогут вам решить разные виды проблем, например, найти наиболее подходящее место для строительства с учетом эффективности вашего бизнеса, увидеть невидимый при использовании простых подходов новый рынок при управлении сельскохозяйственным производством или отслеживать и прогнозировать эпидемии различных заболеваний.

Практически любую проблему, с которой мы сталкиваемся, можно решить, используя аналитический аппарат ArcGIS. А изображения являются важнейшим источником информации в вашей работе.

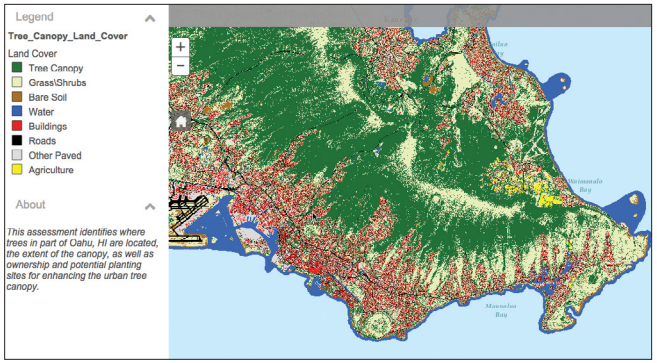
ГИС и анализ изображений интегрированы друг с другом сравнительно недавно. А с появлением облачных и серверных корпоративных технологий современные вычислительные системы способны анализировать огромные объемы изображений. Ограничения моделирования были значительно уменьшены, в результате чего вы получили возможность выполнять более сложное моделирование и более глубокий анализ информации.

Моделирование пригодности среды - классическая задача ГИС и анализа изображений, описанная в данной карте-истории. Исходные данные нескольких сенсоров объединены и геопривязаны, что позволило лицам, планирующим землепользование территории, определить места для создания коридоров для диких животных, которые позволят обеспечить их долгосрочное выживание.

Традиционный анализ изображений

В использовании изображений в процессе ГИС-анализа нет ничего нового. На протяжении нескольких последних десятилетий такие источники изображений, как мультиспектральные снимки, цифровые модели рельефа и цифровые ортофотоизображения являлись основой анализа при моделировании и получении географически значимых объектов. Приведем несколько простых примеров.

Оценка текущей сомкнутости крон деревьев

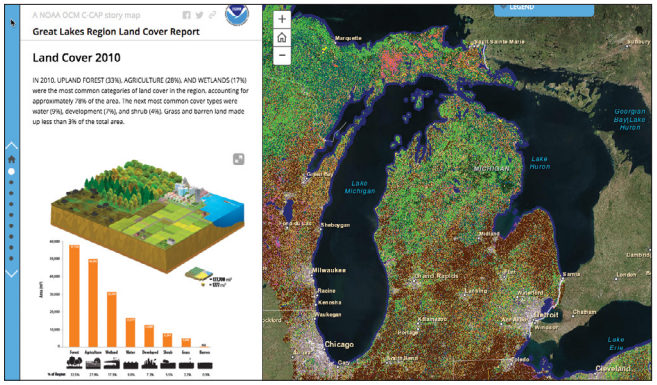


Данный анализ определяет покрытие лесами и экстент сомкнутости крон о. Оаху (Гавайи). USGS выполнила анализ изображений системы Landsat и других источников данных с целью получения почвенно-растительного покрова острова.

Фотограмметрия

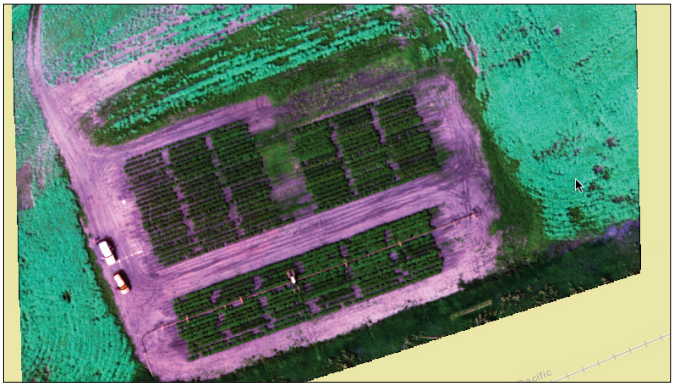
Ортофотоснимки используются здесь для показа портового предприятия в Германии. Интерпретаторы изображений получают по данным этих источников корректные объекты.

Классификация почвенно-растительного покрова



Изменения почвенно-растительного покрова и землепользования могут свидетельствовать о стремительно происходящих изменениях окружающей среды, имеющих место, например, в районе Великих озер (США).

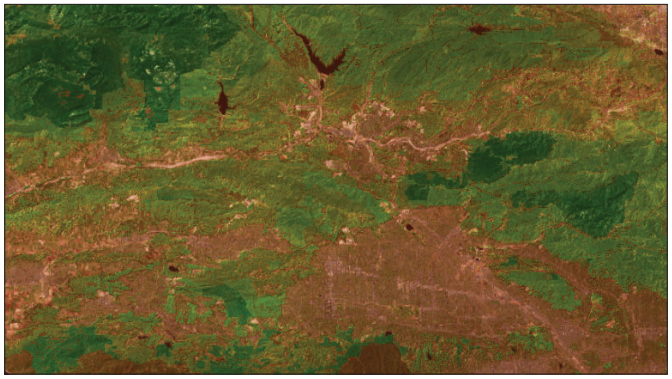
Оценка здоровья урожая



С помощью мультиспектральных изображений вы сформируете новый взгляд на состояние и качество сельскохозяйственных посевов. С использованием индекса NDVI показано состояние посадок картофеля и рапса в шт. Саскачеван.

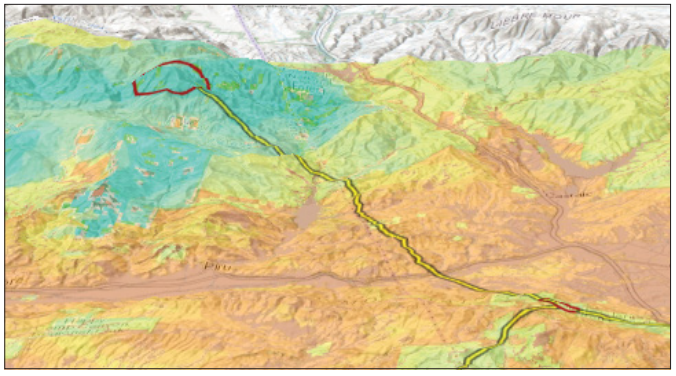
Навигация, моделирование потоков и поверхностей

Изначально создавались для расширенного анализа и визуализации



Вычисление стоимостных поверхностей

Стоимостная поверхность – растровая структура, в каждой ячейке которой содержится значение стоимости перехода через нее. С помощью стоимостных поверхностей можно моделировать оптимальный маршрут для пробирающейся сквозь заросли пожарной команды, предсказывать территорию распространения огня или предпочитаемые пумами маршруты передвижения по своей территории обитания. На данной карте зеленым цветом показаны территории наиболее низкой стоимости передвижения этих кошачьих в пригородных районах Южной Калифорнии.



Поиск оптимальных маршрутов

Оптимальный маршрут вычисляет маршрут проезда из одной точки в другую с наименьшей стоимостью. Стоимость может характеризоваться различными показателями, в том числе и реальными денежными расходами, но чаще всего стоимость – это время и усилия, которые необходимо затратить на совершение поездки. В данном случае вы видите наилучший маршрут для перехода больших групп пум между двумя основными местообитаниями.

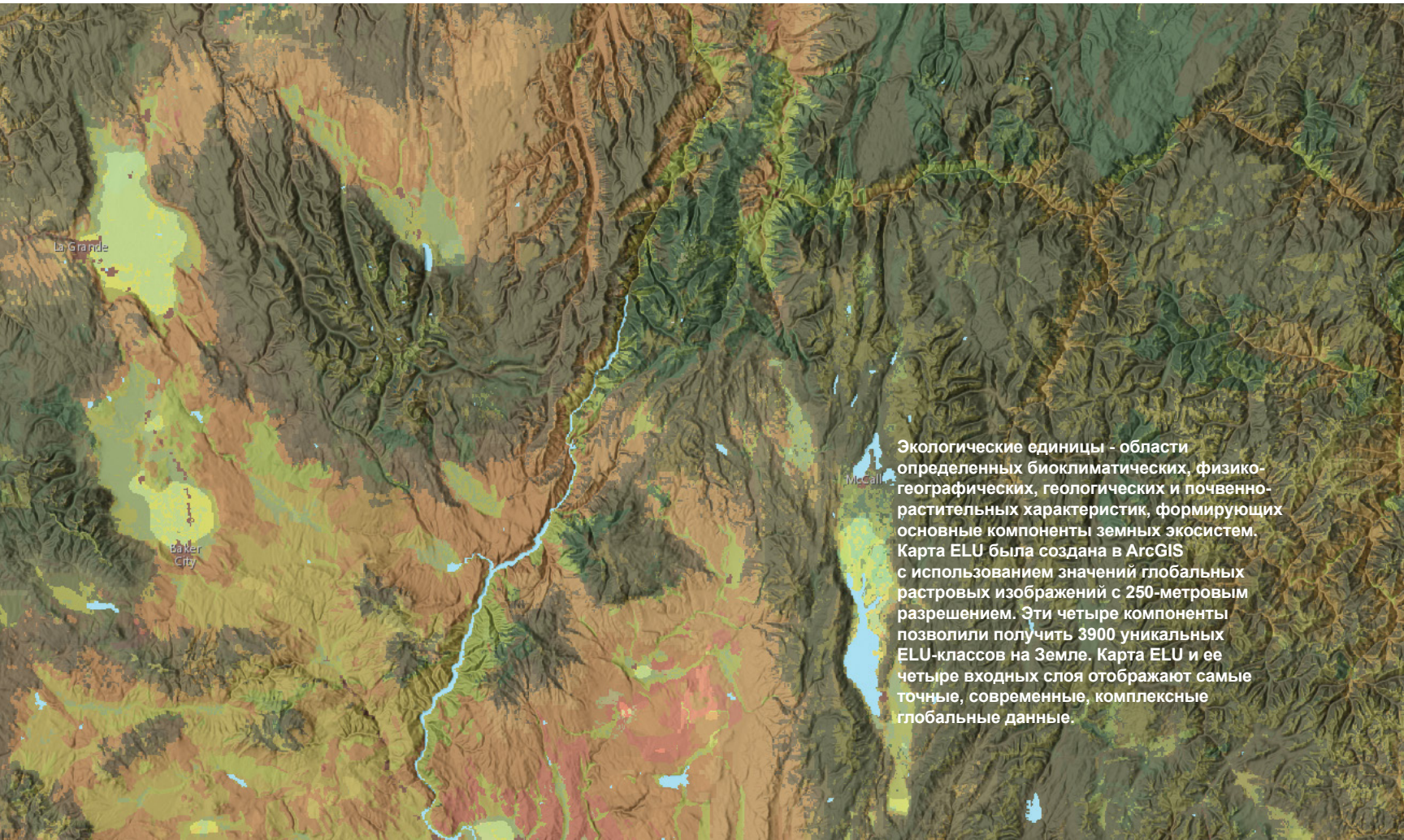
Визуальный анализ и анализ видимости

На отображаемой в 3D-пространстве поверхности можно идентифицировать значение фона, на котором драпируются данные, и анализировать их. На этой сцене показано изображение водосборного бассейна и реки, наложенное на цифровую модель рельефа.

Характеристика мировой экологии

Проект экологического ландшафта

Сама природа состоящих из ячеек данных идеально подходит для осуществления определенных видов анализа, которые нельзя выполнить посредством векторных данных. Одним из примеров является проект экологического ландшафта (ELU). В результате выполнения наложения четырех глобальных слоев (физико-географическая карта, биоклиматическая карта, геологическая карта и карта почвенно-растительного покрова), с использованием для описания и характеристики каждой единицы земли экологических и физико-географических особенностей земной поверхности, была получена поверхность, изображающая разделение и классификацию биосферы Земли. «Эта карта представляет собой, прежде всего, предназначенные для землеустроителей, ученых, экологов и специалистов по планированию территорий и других пользователей глобальные экофизикогеографические веб-ГИС данные, позволяющие им выполнять мелко- и среднемасштабный ландшафтный анализ и учет», - говорит Роджер Сэйр из USGS.

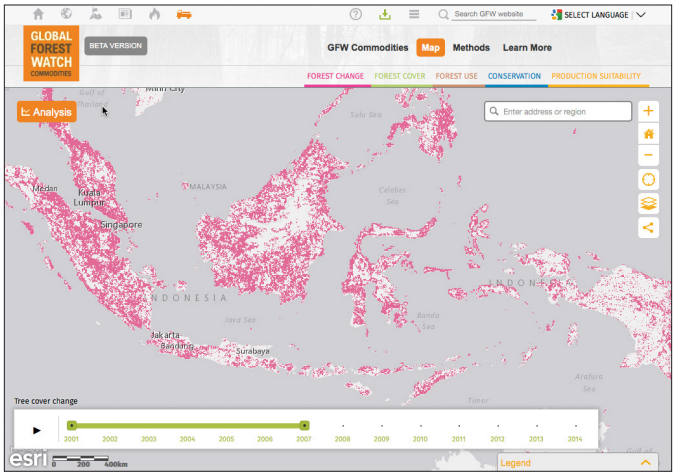


Экологические единицы - области определенных биоклиматических, физико-географических, геологических и почвенно-растительных характеристик, формирующих основные компоненты земных экосистем. Карта ELU была создана в ArcGIS с использованием значений глобальных растровых изображений с 250-метровым разрешением. Эти четыре компоненты позволили получить 3900 уникальных ELU-классов на Земле. Карта ELU и ее четыре входных слоя отображают самые точные, современные, комплексные глобальные данные.

Описание или характеристика места

Сегментация и классификация

Изображения могут использоваться для автоматизации классификации на отдельные категории, например, типы землепользования или почвенно-растительного покрова. Полученные в результате слои можно использовать впоследствии в качестве базовых карт и, что значительно интереснее, в процессе выполнения последующего анализа. Классификация набора изображений, полученных в разные временные периоды, позволяет, кроме того, изучить характер изменений местоположений – как естественного, так и антропогенного характера.



Обнаружение изменений почвенно-растительного покров

Инструмент анализа изменений лесов оценивает общее уменьшение лесного покрытия и число активных пожаров в определенной области, а также показывает результаты для различных классов почвенно-растительного покрова. Инструмент анализа онлайн-приложения Global Forest Watch использует пространственную и временную информацию, позволяющую вам выполнить собственное исследование изменения лесного покрытия, текущего состояния почвенно-растительного покрова и создать классификации в интересующей вас области.

Сегментирование

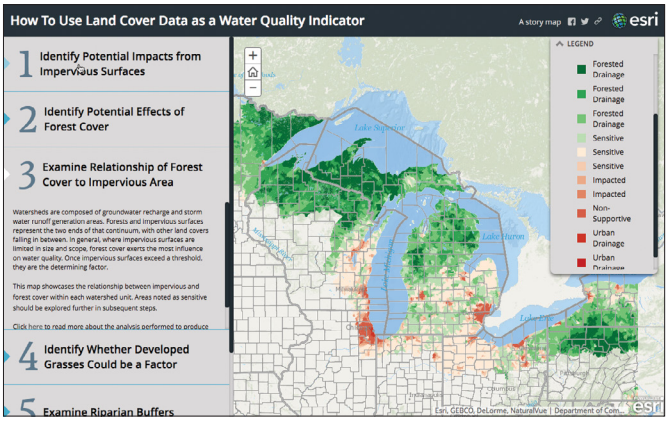
Сегментация изображения – это процесс разделения изображения на однородные группы так, чтобы каждая область была внутри однородной. На карте показана водонепроницаемая зона каждого участка, полученная путем сегментирования поверхности посредством извлечения объектов в ArcGIS. Это классическое применение сегментации.

Анализ пригодности

Поиск наилучших местоположений

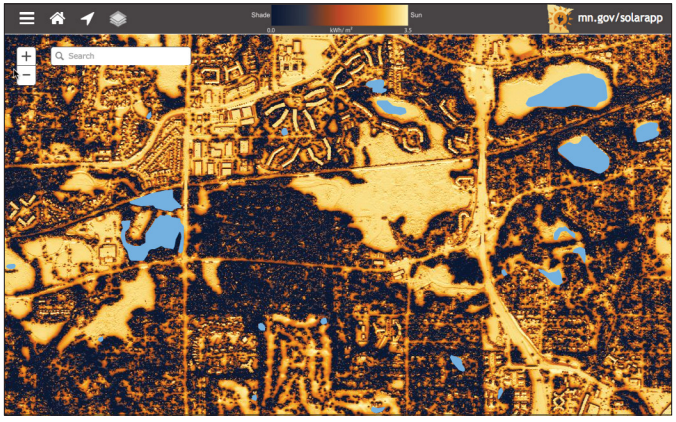
Важный вопрос, на который позволяет ответить ГИС-анализ, – где находится наилучшее местоположение для размещения чего-либо?
Для ответа на данный вопрос существуют модели пригодности, позволяющие найти идеальное место для строительства или сохранения чего-либо – в зависимости от цели исследования. Может рассматриваться широкий круг проблем: где разместить новый торговый центр, выполнить сельскохозяйственные посадки, сохранить болото, поставить ветряные мельницы или разместить солнечные батареи на крышах зданий.

Например, факторами, определяющими место для размещения парка являются: 1) наличие свободного земельного участка минимальной площадью 1 акр; 2) близость к реке; 3) не слишком близкое размещение к уже имеющемуся парку; 4) территория, покрытая взрослыми деревьями; 5) расположение в районе мест проживания и работы значительного числа людей. ArcGIS с использование растровых изображений сможет быстро смоделировать пригодность территории для размещения парков и других объектов. Приведём еще несколько примеров.



Почвенно-растительный покров как индикатор качества воды

NOAA использовала почвенно-растительный покров для предсказания качества воды посредством ГИС-анализа. К примеру, качество воды вблизи лесов и болот, как правило, выше, чем в промышленных областях и местах размещения парковок автотранспорта. Карта-история прекрасно описывает этот подход.



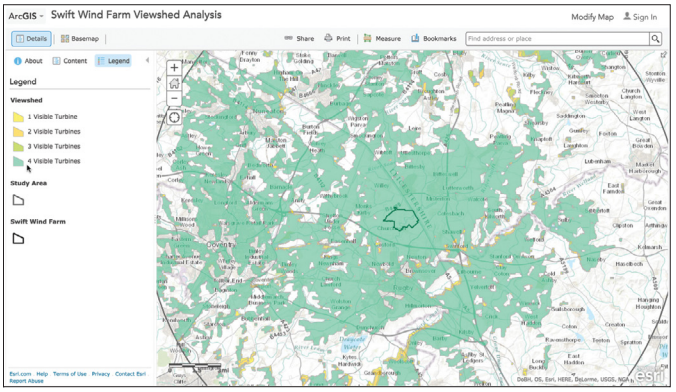
Вычисление потенциала солнечной энергии для поверхностей крыш зданий

В шт. Миннесота смоделирован потенциал солнечной энергии для всего штата с использованием вычисления солнечной радиации и экспозиции по растровым слоям высот поверхности, растительности и другим изображениям. Это позволяет жителям дать быструю и точную оценку мест, в которых использование солнечной энергии может стать альтернативой другим ее источникам.

Что я увижу?

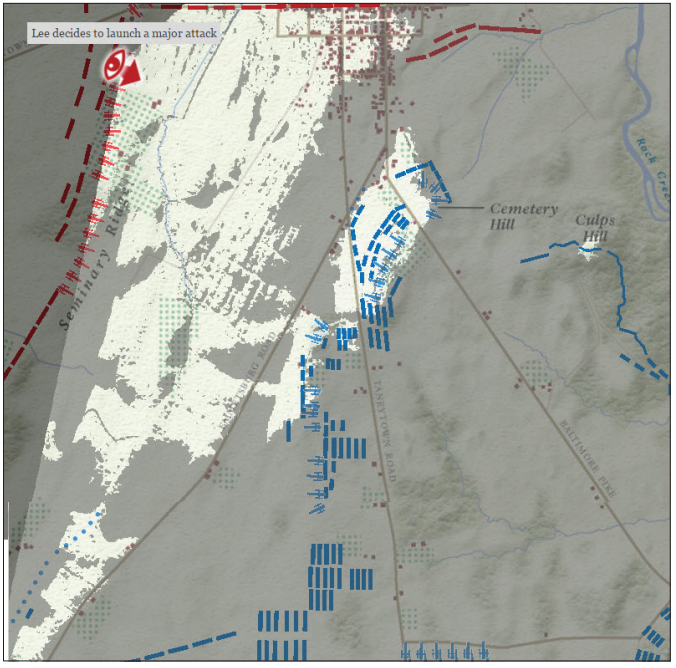
Анализ видимости

Анализ видимости при ее расчете учитывает расстояние, рельеф и даже почвенно-растительный покров соответствующей территории. Это операция, позволяющая вам находить места, из которых видна конкретная точка. Например, вы сможете определить, из какой части парка можно увидеть реку или сколько мельниц видимо с городской площади.



Правильное размещение ветропарков

Анализ видимости определил воздействие на видимость ветропарка с четырьмя большими турбинами на изучаемой территории (Великобритания). Ухудшение видимости, связанное с постройкой здания ветряной электростанции в городской и пригородной областях, может повлечь за собой общественное недовольство. Показ территории, с которой будет видна станция с турбинами, до постройки электростанции поможет уменьшить отрицательную реакцию общества.



Вычисление видимост

Эта интересная карта-история, используя ГИС-анализ видимости, рассказывает о судьбоносной битве при Геттисберге, произошедшей во время Гражданской войны в США. В момент, когда генерал Роберт Ли (его местоположение отмечено красным глазом) собирался вступить в бой с войсками Союза, он мог видеть только войска противника, расположенные в окрашенных светлым цветом территориях, а области серого цвета, в которых располагалась большая часть войск Союза, были ему в это время невидимы. Историки, используя свои заметки, карты битвы и обычный высотный слой, смогли раскрыть тайну, почему же Ли вступил битву, в которой у него изначально практически не было шансов.

Отслеживание водного потока

Гидрологический анализ

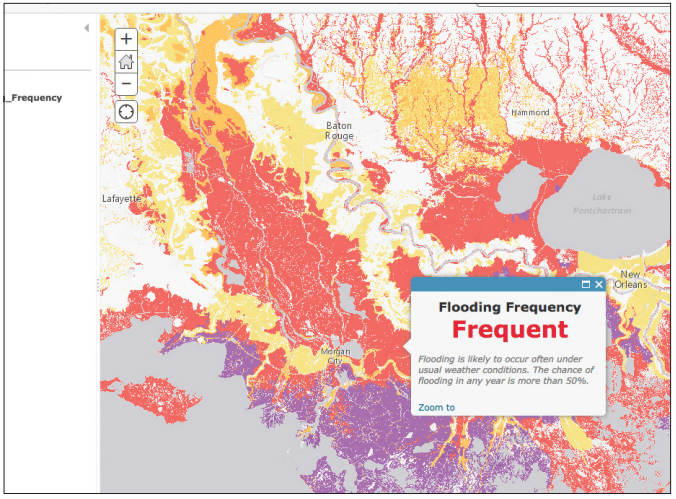
Гидрология – это наука, изучающая водные объекты Земли, в частности, их движение относительно земной поверхности. Поскольку вода перемещается в условиях гравитации, высота земной поверхности может использоваться для моделирования движения водных потоков.

Моделирование катастрофических наводнени

Подверженные наводнениям каньоны представляют собой серьезную угрозу для отдыхающих на территории засушливой западной части Соединенных Штатов. Управление Национальной метеорологической службы NOAA в г. Сан-Диего признало опасность возникновения катастрофических наводнений и внедрила усовершенствованные сервисы для двух подверженных наводнениям каньонов. На этой карте-истории описаны методы, использованные для создания системы предупреждения людей о территориях повышенной опасности, расположенных в парке Анза-Боррего.

Частота наводнений

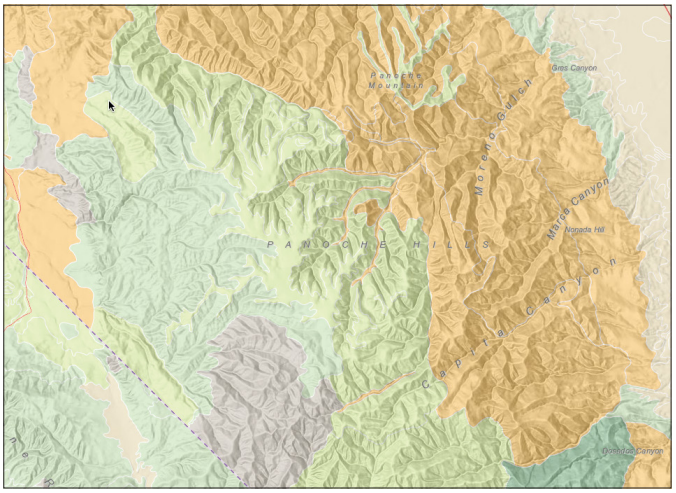
Слои анализа водоразделов позволяют оценить частоту наводнений, разделив ее значения на шесть классов: от нулевой да самой высокой. Щелкните любую точку карты для получения значения частоты наводнений. Этот растр 30-метрового разрешения покрывает большую часть континентальной территории США, в т.ч. Аляску, Гавайи, Пуэрто-Рико, Американские Виргинские острова, а также некоторые тихоокеанские острова, например, Гуам и Сайпан.



Визуализация растров

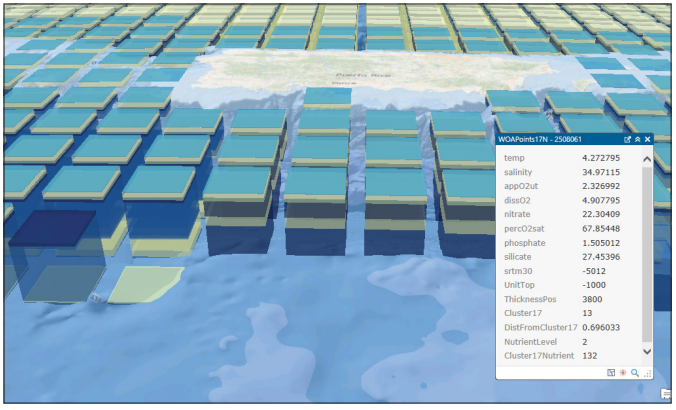
Способы отображения 2D и 3D

Растровые данные бывают одноканальные и многоканальные, с небольшим количеством значений пикселов и содержащие полный диапазон значений в пределах определенной глубины цвета. Есть ряд способов визуализации растровых данных как многоканальных изображений, в 3D и в виде динамических серий временных карт. К примеру, при работе с цветным аэрофотоснимком вы часто просматриваете трехканальный набор растровых данных в RGB (красный, зеленый и синий каналы), и этот метод отображения будет применяться по умолчанию.



Вычисление отмывк

Аналитическое построение отмывки вычисляет значения освещенности поверхности растра в диапазоне от 0 до 255, в зависимости от азимута Солнца и его высоты над горизонтом. Моделирование и визуализация рельефа помогает также работе с другими информационными слоями, как это можно видеть на карте почв холмов Panoche, расположенных в Калифорнии - к западу от г. Фресно.



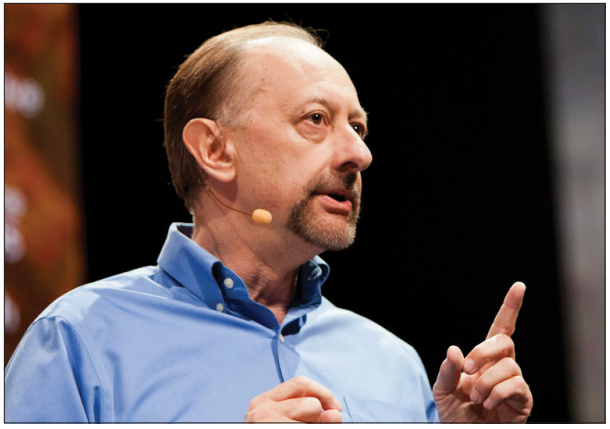
4D-визуализация морской среды

Стандарт береговой и морской экологической классификации (CMECS) является основой для организации информации о прибрежных районах и океанах, а также об их экосистемах. Четырехмерная временная карта содержит физические, биологические и химические свойства, используемые в целях определения прибрежных и морских экосистем. При показе в 3D данные формируют стек, по которому может проходить анализ.

Слово профессионалу: Джерри Кинн

Анализ изображений – это не просто работа с красивыми картинками

Анализ изображений сделал огромный шаг вперед с тех пор, как был запущен первый спутник системы Landsat. Первоначально акцент был сделан на обработке изображений с целью их дешифрирования, а затем, несколько позднее, – извлечения объектов, использующихся для заполнения баз данных ГИС. В настоящий момент эта технология является общепринятой. Акцент сместился в область обработки изображения, выполняемой для обогащения нашего понимания мира с целью лучшего прогнозирования ситуации и управления ею – т.е. для своеобразной «игры на опережение». Этого мы пытаемся добиться в области сельского и лесного хозяйства, охраны окружающей среды, городского планирования, управления транспортом и даже в такой области человеческой деятельности, как обеспечение правопорядка.



Джерри Кинн выполняет интеграцию технологии обработки изображений в платформу ArcGIS, чтобы получаемая практически в реальном времени информация помогла пользователям получить ответы на возникающие у них вопросы.

Анализ изображений существует не в вакууме. На него влияет в том числе развитие связанных отраслей. В настоящее время мы видим увеличение компьютерных мощностей с параллельным развитием возможностей облачных технологий; появляется все большее и большее число изображений лучшего разрешения и большими вариантами их получения; имеется доступ к объемным наборам данных ГИС, которые можно использовать перед получением изображений; есть новые и инновационные способы выполнения анализа. Так на каком же уровне прогресса мы находимся?

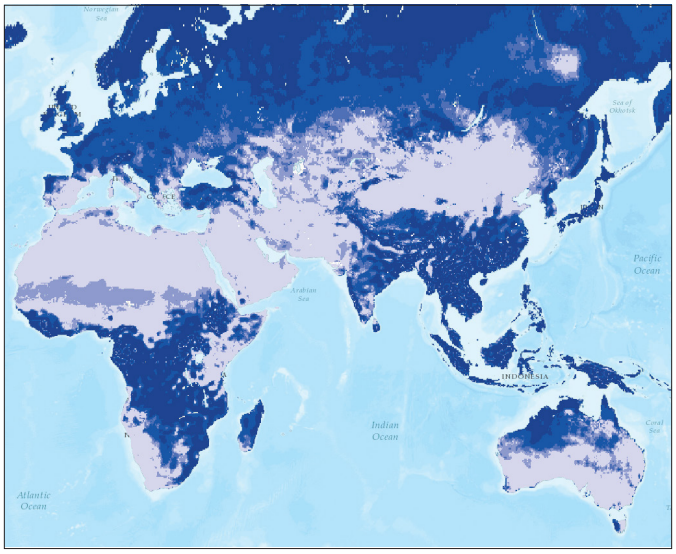
Возьмем, к примеру, сельское хозяйство. В Соединенных Штатах подавляющее большинство фермеров регистрируют свои поля и посевы в Министерстве сельского хозяйства. Для всей территории страны имеются почвенные карты и цифровые модели рельефа высокого качества. NEXRAD предоставляет данные об осадках с разрешением менее 1 км, получаемые наземными радарами по всему материку каждые пять минут. Используя модели посадок вместе с другими температурными данными и данными о солнечной радиации можно предсказать состояние реальных посадок на каждом поле. Это позволит использовать мультиспектральные снимки с целью проверки и уточнения данных моделей сельскохозяйственных посадок для вновь полученных снимков – как спутниковых, так и аэрофотоизображений и даже снимков, полученных беспилотными летательными аппаратами. По сути беспилотные аппараты сделали данные ближе к каждому отдельному фермеру, поскольку имеют большее разрешение и могут выполнять съемку значительно чаще. В результате анализа отображаются аномальные места, в которых фермеру следует решить проблему с влажностью, недостатком питательных веществ, сорняками и вредителями. Результатом анализа является более глубокое понимание производства – как на национальном уровне, так и на уровне поля отдельно взятого фермера.

Анализ изображений – это теперь не просто работа с красивыми картинками. Они сочетают в себе технологию дистанционного зондирования с другими имеющимися ГИС-данными для моделирования важных процессов, которые происходят рядом каждый день и влияют на нашу жизнь.

Изображения – это глобальный монитор

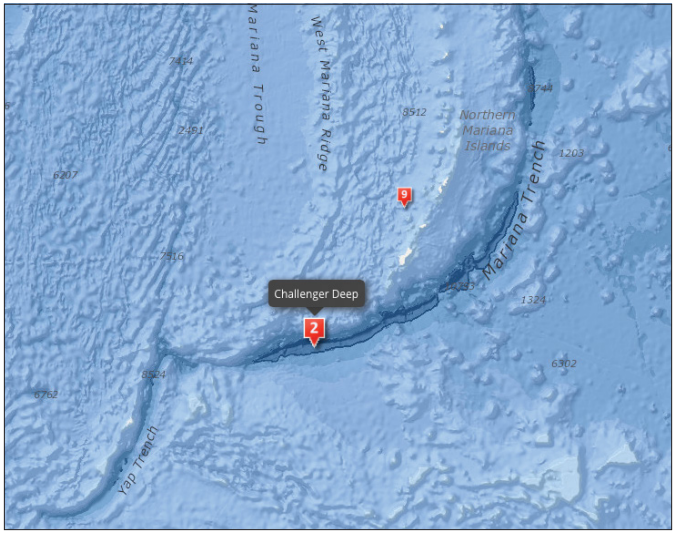
Что может показать карта?

Целью картографии и других видов стилизации информации является выделение действительно важных данных. Во многих случаях, когда мы добавляем данные в виде поверхности, она представляет собой сложный пространственный анализ, превращающийся в карту, то есть информационное изображение.



Индекс стока осадков

Когда осадки достигают земной поверхности, большая их часть попадают в естественные хранилища (озера, водоносные горизонты, почвенные воды, снежной покров, растительность и т.д.) Если количество осадков превышает объем таких хранилищ, они уходят в сток – в речную систему. В городских районах тротуар и другие водонепроницаемые поверхности резко увеличивают объем поверхностного стока, который, вместе с мусором, попадает в водотоки и увеличивает загрязнение окружающей среды и риск наводнений. В сельскохозяйственных районах поверхностный и подземный сток может нести избыток солей и других минеральных соединений, особенно, соединений азота и фосфора.



Батиметри

Батиметрия – изучение подводного рельефа водоемов (например, дна озера, океанического дна и т.д.). Другими словами, батиметрия – это топография под водой. Эта карта отображает океаны и объекты их батиметрии.

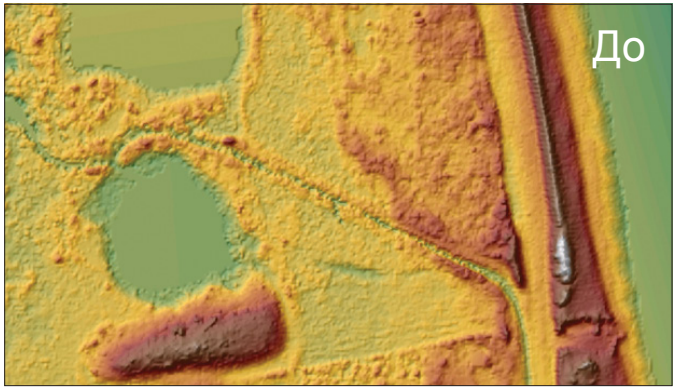
Аналитическое исследование: Ураган Айрин

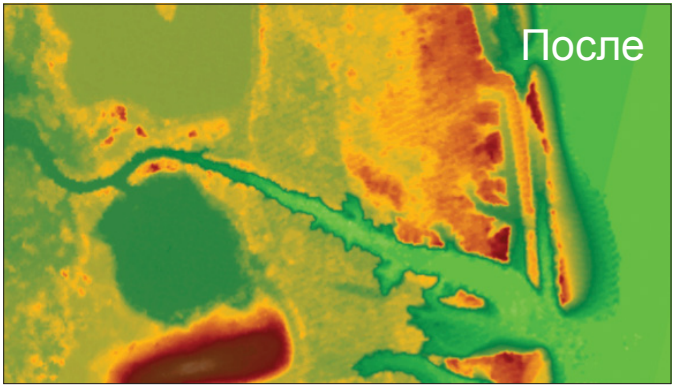
Использование лидарных изображений для моделирования восстановления причиненных ураганом разрушений

Когда ураган Айрин обрушился на отмели Северной Каролины в 2001 г. штормом на территории о. Пи были прорублены два новых канала. Основной транзитный путь обратно на материк был разрушен. Региональными транспортными компаниями были получены лидарные данные и изображения.

Только разрушенная дорога могла использоваться для передвижения местных жителей. Но ремонта требовала не только сама дорога, но и окружающий ее пляж, который требовал перестроения, поскольку он должен был использовался в качестве буферной зоны, защищающей новую дорогу. Как только через несколько дней после урагана были получены и проанализированы изображения, они стали доступны соответствующим агентствам, оказав неоценимую помощь в восстановлении инфраструктуры разрушенной ураганом территории.

В штате Северная Каролина было развернуто простое приложение, позволяющее чиновникам подсчитывать, сколько грузовиков песка потребуется для ликвидации последствий шторма. Рисуя различные геометрические фигуры на земной поверхности, чиновники получали оценку, сколько необходимо завести песка для максимально быстрого ремонта дороги и пляжа.





На этих изображениях благодаря лидарным данным четко видны места вторжения моря и количество песка, вымытого при этом. Вычисления были настолько точными, что чиновники смогли подсчитать, какое количество грузовиков песка восполнит его недостаток, и начать восстановление дороги.

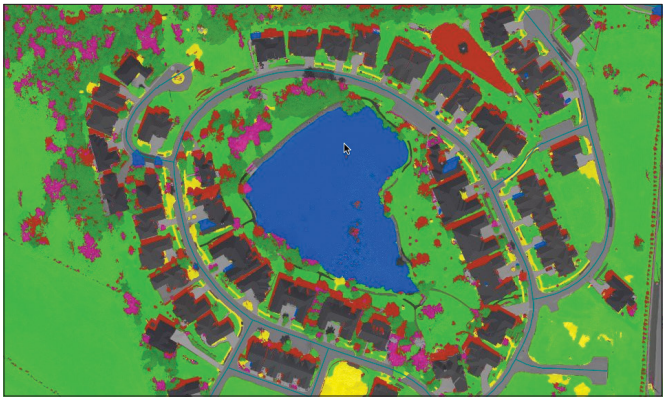
На этой карте водонепроницаемых поверхностей можно видеть, насколько здания и асфальтовое покрытие уменьшают впитывание воды почвой. Владельцы недвижимости смогли оценить объемы стока на основе площади водонепроницаемых поверхностей на их участках.

Создание водонепроницаемых поверхностей

Использование растровых функций

Многие органы местного самоуправления используют водонепроницаемые поверхности для вычисления ливневых вод. С помощью динамической обработки изображений из мультиспектральных изображений извлекаются объекты водонепроницаемых поверхностей, использующиеся затем для вычисления общей площади водонепроницаемой поверхности на участках, как это показано на примере г. Шарлотт (Северная Каролина). Данное вычисление является прекрасной иллюстрацией стратегии, выработанной благодаря интеграции ГИС и обработки изображений.

Есть большое число асфальтовых и других водонепроницаемых поверхностей, но их тяжело различить.



«Обучение» - это технический термин, означающий создание обучающих выборок для каждого типа покрытия, что ведет к последующему выполнению более точной автоматической классификации покрытий.

Инфракрасный канал используется для определения и извлечения растительности. Красный важен для нахождения оголенных участков почвы. Синий позволит различать городские объекты, особенно бетонные площадки и крыши домов.

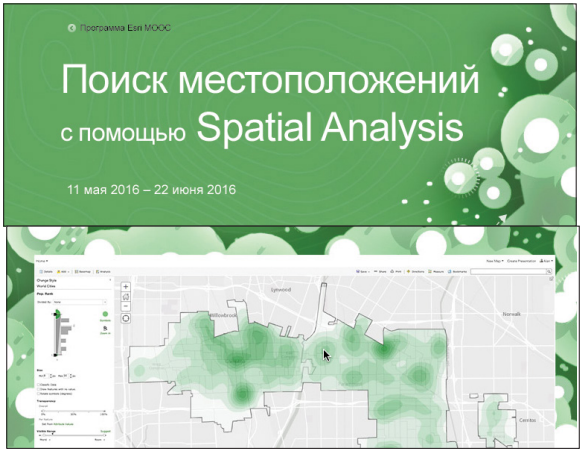
Быстрый старт

Откройте новые знания, аналитические оценки и интерпретации с пространственным анализом

Spatial Analyst

ArcGIS Spatial Analyst – это дополнительный модуль ArcMap, который расширяет функциональность ArcGIS for Desktop при помощи добавляемых инструментов пространственного моделирования и анализа. Он используется для решения комплексных задач, например при поиске оптимального места для новых розничных магазинов или определении наиболее перспективных территорий для создания природных заказников. Несмотря на то, что он не рассматривается в данной книге, это важный инструмент в комплекте серьезного аналитика.

Открытый онлайн курс Как достичь успеха в пространственном анализе?



Данный курс предназначен для тех, кто уже немного знаком с анализом данных и хочет освоить, каким образом при помощи специфических возможностей анализа пространственных данных можно прийти к более глубокому пониманию. Вы получите свободный доступ ко всем аналитическим функциям ArcGIS Online, облачной ГИС- платформе Esri. Иметь некоторый опыт работы с ГИС желательно, но не обязательно.

Инструменты анализа в ArcGIS Online

Известно, что в дополнительном модуле Spatial Analyst самый большой ассортимент инструментов для работы с растрами, но в веб-ГИС ArcGIS Online набор подобных инструментов тоже постоянно увеличивается. Ниже приводится обзор некоторых инструментов моделирования растров в ArcGIS Online.

Вычисление плотности

Инструмент Подсчитать плотность создает карту плотности из точечных или линейных пространственных объектов посредством разброса по карте известного количества событий (представленных как атрибуты точек или линий). Результатом является слой из полигонов, которые систематизированы от меньшей плотности к более высокой.

Найти горячие точки

Инструмент Найти горячие точки определяет наличие статистически значимой кластеризации в пространственном распределении данных.

Интерполировать точки

Инструмент Интерполировать точки позволяет прогнозировать значения в новых местоположениях на основе полученных измерений из набора точек. Этот инструмент обрабатывает значения точечных данных в каждой точке и возвращает площади, отсортированные по прогнозным значениям.

Построить буферы

Буфер – это область, охватывающая площадь на указанном расстоянии от выбранной точки, линейного или полигонального объекта.

Урок Learn ArcGIS

Вычисление водонепроницаемых поверхностей на основании спектрозональных изображений

Общий обзор

Недоступные для проникновения воды поверхности с пропускающими влагу почвами представляют серьёзную экологическую проблему. Дожди и ливни могут вызывать наводнения, а также смывать загрязнённые материалы в реки и озёра. По причине этих неприятностей, многие местные органы власти вкладывают средства в территории с большим количеством водонепроницаемых поверхностей. В том числе городская администрация Луисвилла (шт. Кентукки, США). Но чтобы выписать счёт за ливневую воду, им надо точно знать площадь водонепроницаемых поверхностей на каждом земельном участке.

Вы поможете им вычислить такую площадь для одного микрорайона в Луисвилле. При помощи задачи в ArcGIS Pro вы извлечёте каналы из спектрозонального снимка этого микрорайона, чтобы выделить такие городские объекты, как дороги и серые крыши домов. Затем надо будет сегментировать и классифицировать изображения по типам землепользования, которые можно потом разделить на проницаемые и водонепроницаемые поверхности. Добившись точной классификации, вы вычислите площади водонепроницаемых поверхностей для каждого земельного участка, что предоставит Луисвиллу сведения, необходимые для определения сумм счетов за ливневую воду.

Основано на знаниях в этих областях:

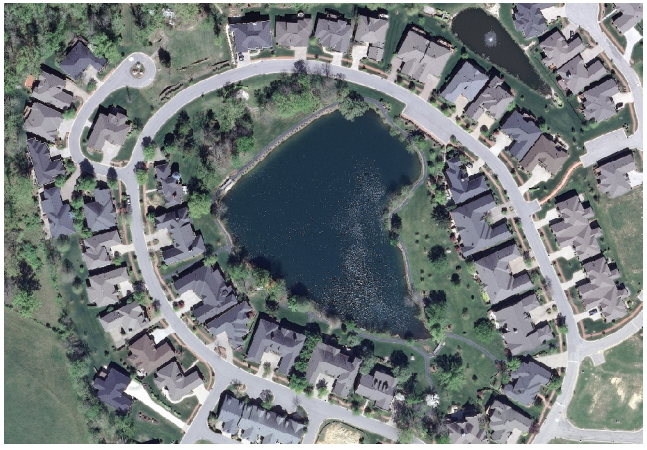
- Выполнение рабочих процессов при помощи задач в ArcGIS Pro
- Выполнение контролируемой классификации
- Доступ к точности классификации
- Вычисление площади землепользования для пространственных объектов

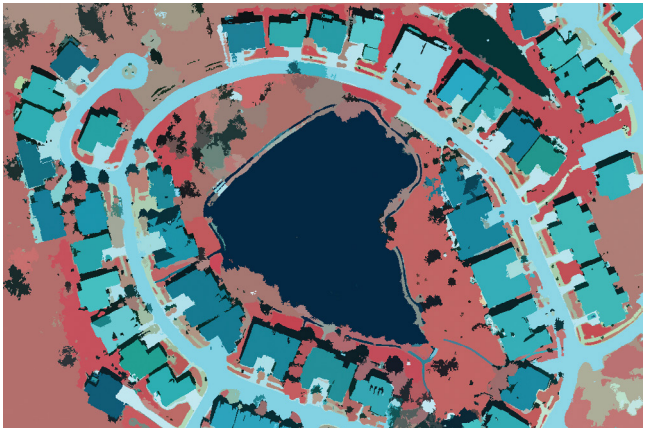
Что необходимо:

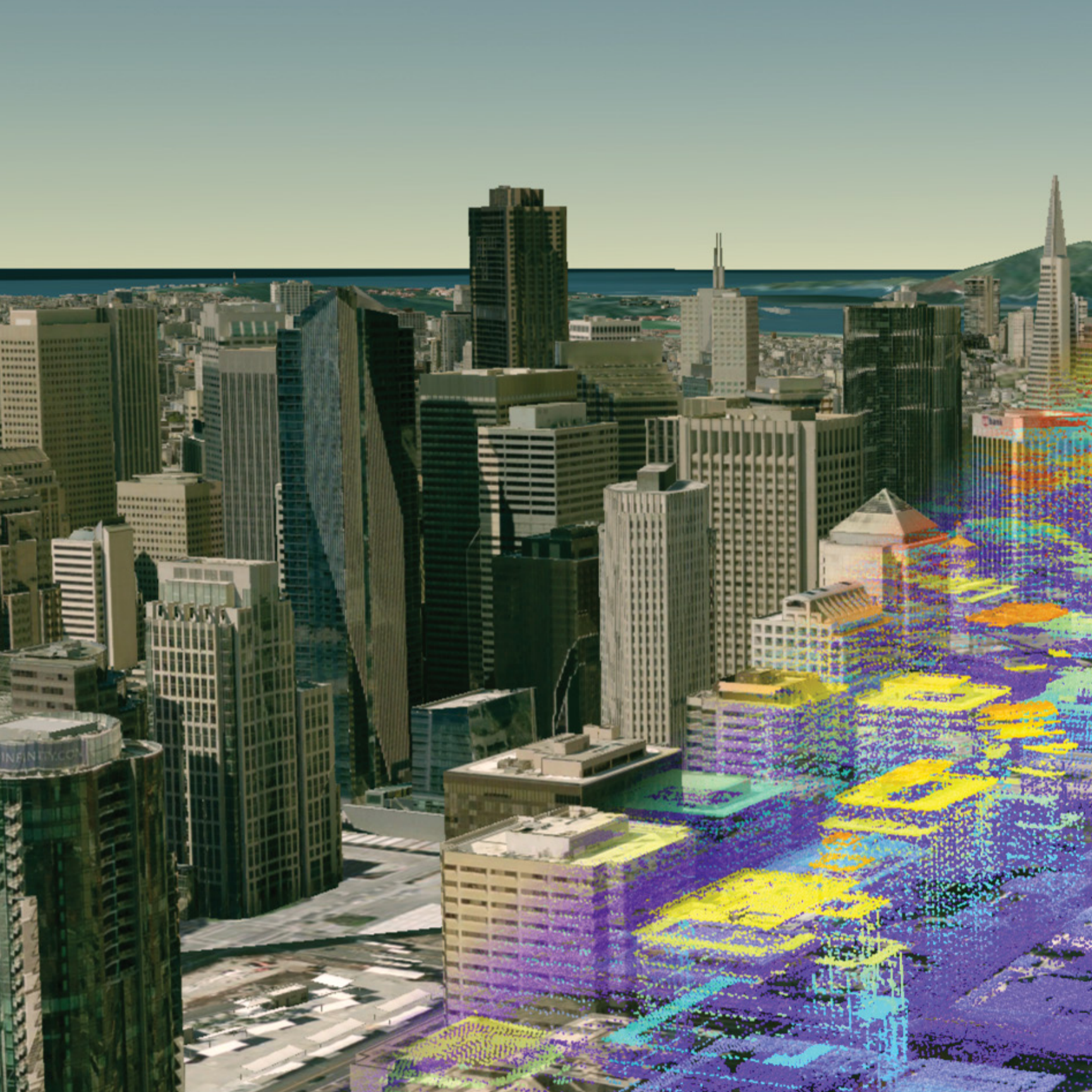
- ArcGIS Pro 1.2.0 или выше
- ArcMap 10.3 или выше (дополнительно)
- Предполагаемое время: 1 час 30 минут

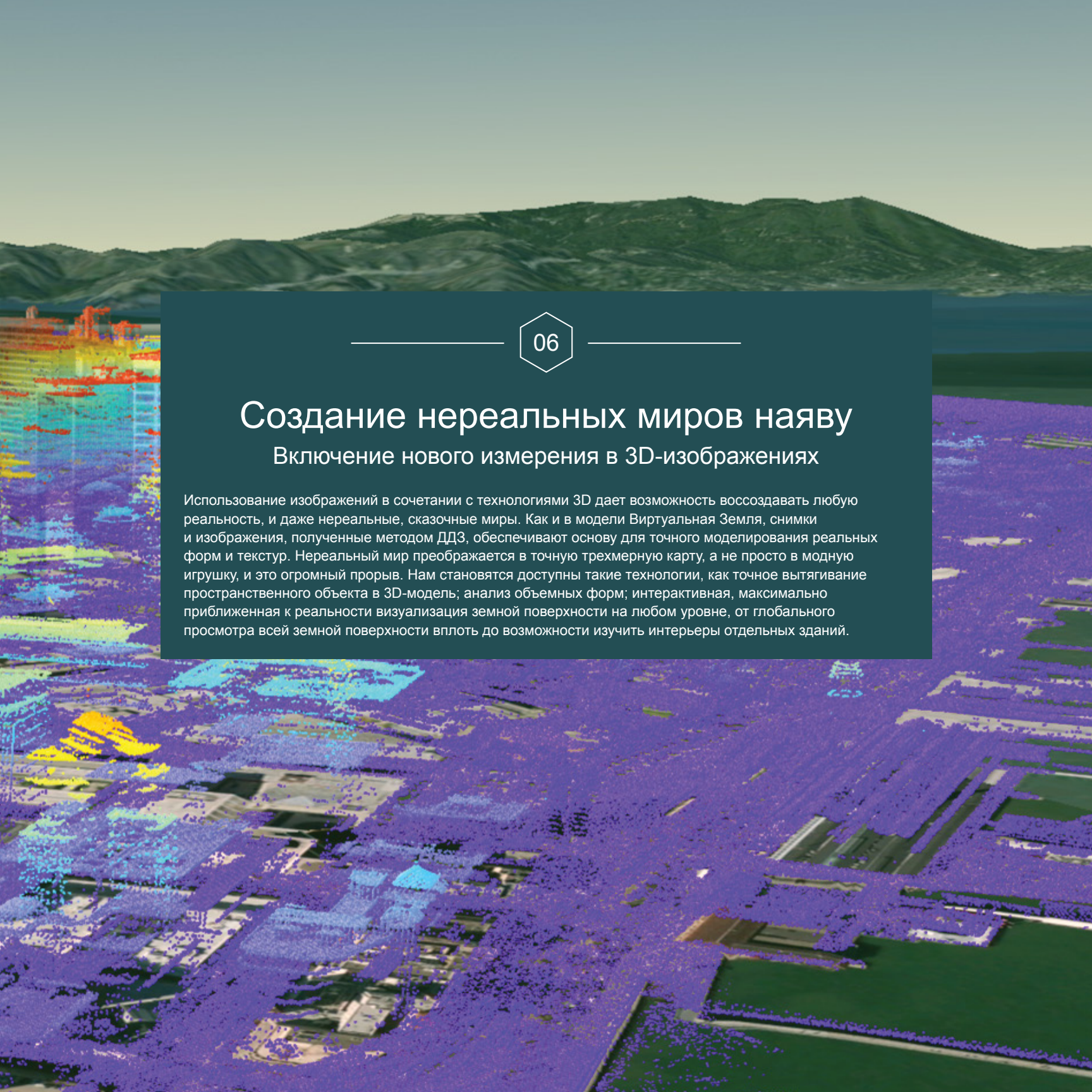
Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter5_Lesson









06

Создание нереальных миров наяву

Включение нового измерения в 3D-изображениях

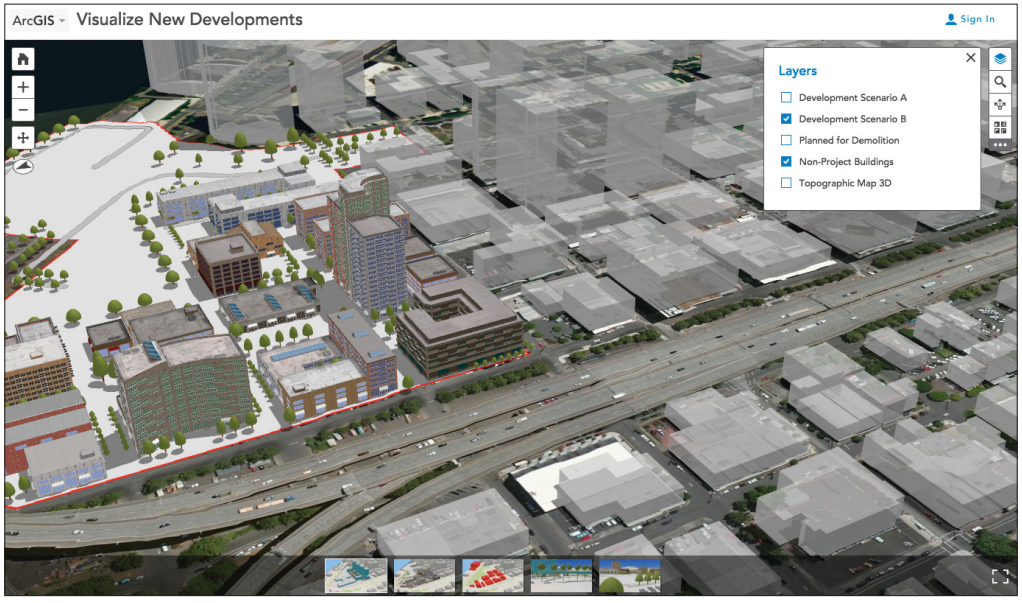
Использование изображений в сочетании с технологиями 3D дает возможность воссоздавать любую реальность, и даже нереальные, сказочные миры. Как и в модели Виртуальная Земля, снимки и изображения, полученные методом ДДЗ, обеспечивают основу для точного моделирования реальных форм и текстур. Нереальный мир преображается в точную трехмерную карту, а не просто в модную игрушку, и это огромный прорыв. Нам становятся доступны такие технологии, как точное вытягивание пространственного объекта в 3D-модель; анализ объемных форм; интерактивная, максимально приближенная к реальности визуализация земной поверхности на любом уровне, от глобального просмотра всей земной поверхности вплоть до возможности изучить интерьеры отдельных зданий.

Эволюция работы с изображениями в 3D

До 1990 года основная работа с 3D-изображениями заключалась, главным образом, в осуществлении реальных измерений на земной поверхности и переводом их в двухмерное цифровое представление земной топографии. Эти данные просматривались в формате 2D, учитывая полное отсутствие на тот момент технических возможностей для просмотра и анализа в 3D.

С 1990 по 2010 год 3D-технологии активно развивались, производительность совершенствовалась, а цены снижались, в полном соответствии с законом Мура. Появились первые трехмерные объекты – строения, которые стали первыми элементами моделирования реального мира в ГИС. 3D-ГИС пока не очень распространены, и, в основном, 3D технологии сводятся к драпировке двухмерных карт на трехмерные представления земной поверхности. Создание трехмерных объектов было очень трудоемким, требовало множества ресурсов и работы опытных операторов, которые использовали в основном стереопары изображений. Мало у кого из пользователей была возможность создавать трехмерные объекты.

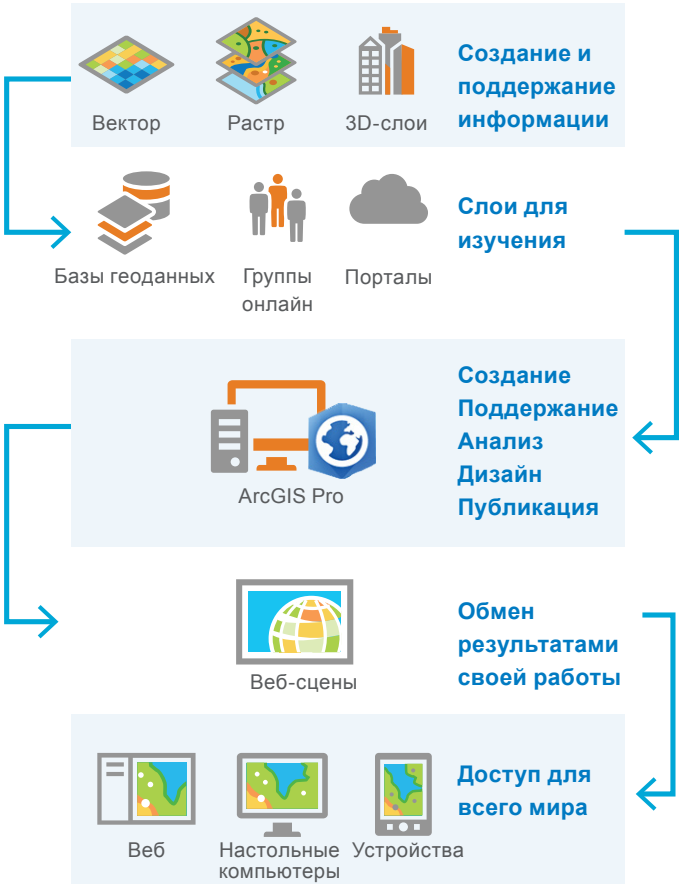
Перенесемся в наше время. Сейчас у нас есть возможность выполнять работу с 3D-изображениями от начала и до конца. Мы можем создавать и редактировать 3D-изображения, а также постоянно получать свежую информацию со спутников и сенсоров; нам доступен полнофункциональный анализ и визуализация, а также возможность публиковать трехмерные сцены и работать с ними в настольных приложениях, браузерах и на мобильных устройствах. Теперь выполнять подобные действия очень просто, не то, что раньше. Используя технологии ArcGIS на настольных компьютерах, на корпоративном сервере, в веб-браузерах и даже на мобильных устройствах можно с помощью спутниковых изображений создать полноценную 3D-ГИС. Вы можете использовать эти технологии в самых разных областях, например, в анализе глобального изменения климата, управлении территориального лесного хозяйства, в городском планировании, вплоть до разработки ландшафта конкретного парка или интерьера здания.



Планируемые варианты городской застройки в городе Портланд (штат Орегон) в сочетании с существующими зданиями. Сцена включает поверхность в 3D, существующие здания, вытянутые по высоте, и текстурированные 3D-модели планируемых к постройке зданий. Такого рода визуализация раньше требовала многочасовой напряженной работы целой команды специалистов. Сейчас это может сделать один сотрудник, затратив всего несколько минут.

3D технологии внутри ArcGIS

ArcGIS, с помощью спутниковых изображений и ГИС-данных, позволит вам полностью погрузиться в виртуальный трехмерный мир. Это может быть недостижимый до недавнего времени уровень фотореалистичности или высокоэффективное использование аналитических возможностей. Изучаете ли вы проектируемый участок с разных сторон, публикуете 3D-веб сцену в Интернет или строите трехмерные векторные слои данных – ArcGIS помогает успешно справится с любой задачей.



Это может быть и карта-история в глобальном масштабе, повествующая об урагане в Атлантическом океане, и маршрут по внутренним коридорам исторического здания, и подповерхностный анализ инженерных коммуникаций.

ArcGIS поддерживает на высоком уровне взаимодействие между разными устройствами и платформами. Вы можете публиковать 3D-сцены для отображения на настольных компьютерах и в веб-среде, обеспечивать необходимый уровень прорисовки и устанавливать тот уровень подробностей, который будет востребован вашей аудиторией на данный момент – от широкой общественности до узкого круга специалистов по планированию или инженеров. Новые открытые стандарты, использующие основанные на серверных мощностях потоковые 3D-технологии, позволяют опубликовать одно здание (или миллионы зданий) с помощью удобных для использования и высокопроизводительных веб-сцен.

Такая работа в 3D была бы невозможна без ArcGIS Pro. Запускаемое на локальном компьютере это приложение предоставляет готовую среду для создания двух- и трехмерных слоев географических данных и взаимодействия с ними. Его мощные инструменты анализа позволяют проводить уникальные трехмерные исследования: оценку количества излучения для солнечных батарей, установленных на крыше, анализ затененных участков в дни зимнего и летнего солнцестояния, точную оценку объектов недвижимости благодаря возможности сравнить вид одного и того же фрагмента здания с разных точек обзора.

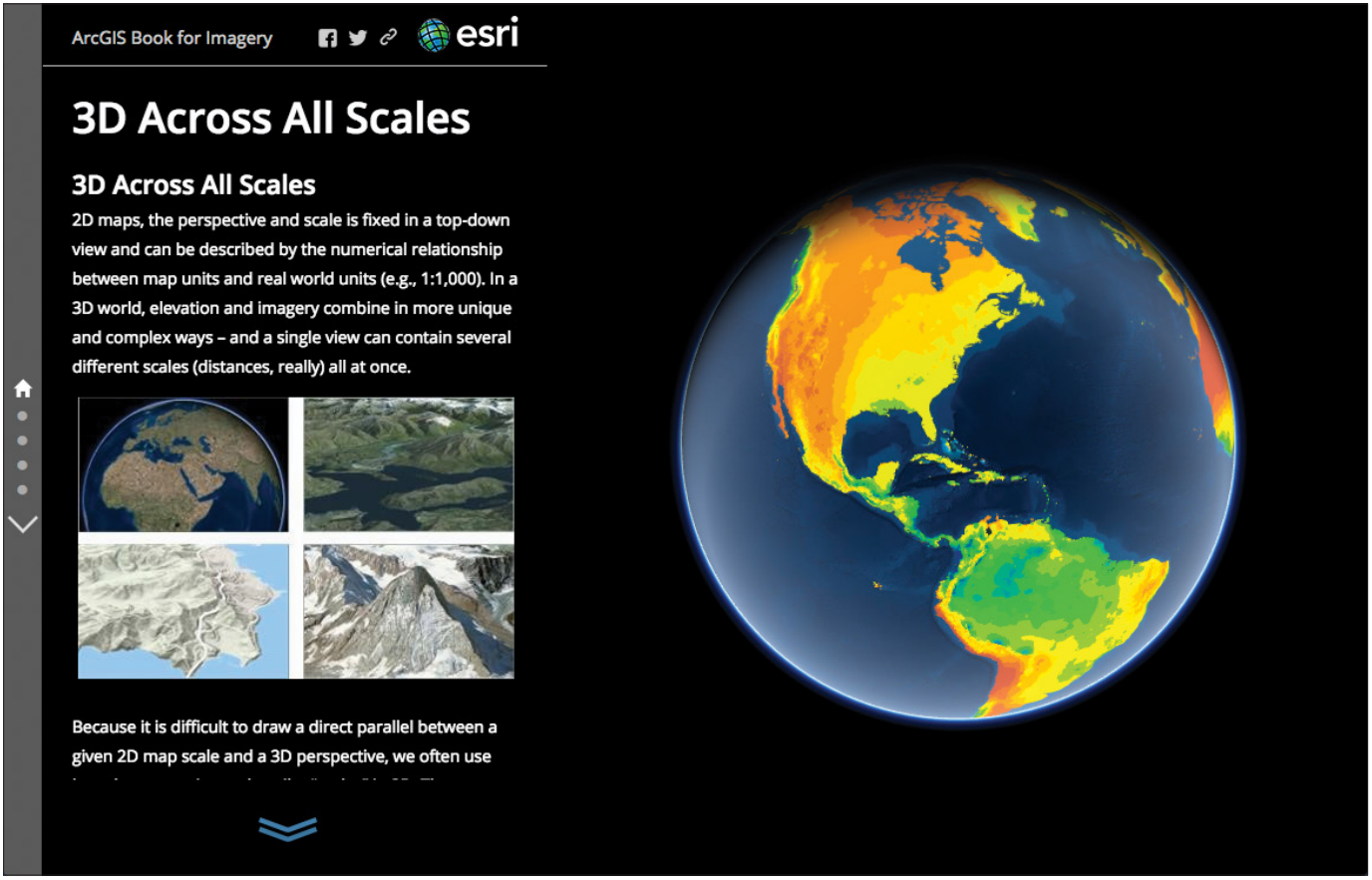
Для максимального эффекта вы можете создать реальные 3D-представления ваших идей и проектов используя моделирование с помощью заданных правил. Например вы можете разрабатывать проекты застройки прибрежных районов, где необходимо учитывать естественный природные ландшафт наравне с искусственными рифами.

Любые 3D-ресурсы можно хранить, легко публиковать и полноценно использовать в ArcGIS Online.

Масштабы в 3D

В двухмерных картах масштаб и перспектива зафиксированы на плоскости и описываются числовым соотношением между единицами измерения на карте и в реальном мире (например, 1:1000). В трехмерных видах изображения комбинируются с информацией о высотах более сложными способами – и один вид может включать одновременно несколько разных масштабов (по сути, расстояний). Объекты на переднем плане ближе к наблюдателю, и, соответственно, отображаются в более крупном масштабе, чем объекты на заднем плане трехмерного вида.

В 3D часто используется более сложное описание масштаба. Так как при визуализации используются самые разные масштабы, от глобального вида всего земного шара до подробной, детальной визуализации небольшого участка, зачастую бывает сложно выразить масштаб просто числовым соотношением между единицами измерения на карте и в реальности.



3D в ArcGIS одинаково эффективно работает в любом масштабе, будь то вся земная поверхность, отдельный континент или регион, город с пригородами, ландшафт городского парка или внутренний интерьер здания.

Визуализация на любом уровне: от всей земли до крыши вашего дома

Глобальный

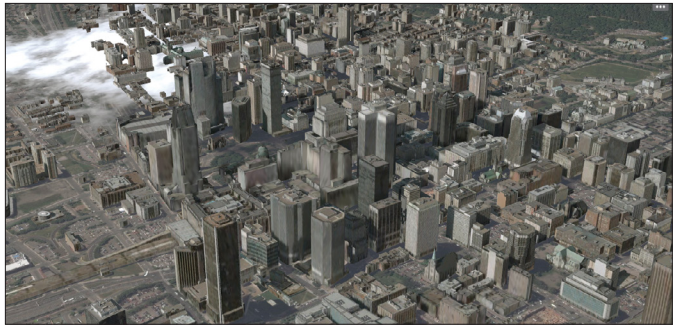
3D-сцены в глобальном масштабе используются в тех случаях ,когда необходимо подчеркнуть, что явление распространяется на сферической поверхности земли и так или иначе захватывает весь мир, или, как минимум, не один континент. Это могут быть данные по климату, наблюдениям за погодой, океаны, глобальные транспортные маршруты и любые другие данные в масштабе стран или континентов. На таком уровне масштаба высотная поверхность не имеет большого значения, и спутниковые изображения могут быть с грубым разрешением.

Региональный

На региональном уровне, где визуализация данных идет в масштабе отдельной страны или нескольких округов, мы начинаем обращать внимание на определенные изменения рельефа, такие как каньоны или горные хребты. Наборы данных все еще представлены с большими экстентами, но визуализация подразумевает довольно высокий уровень деталей и снимки с более высоким разрешением.

Локальный

На локальном уровне уже можно различить отдельные 3D-объекты, такие как здания, можно также оценить различия в текстурах и понять, видим ли мы искусственные (рукотворные) или естественные (природные) объекты. Такой масштаб часто используется для городского планирования и визуализации, а также для разработок в сфере сельского хозяйства и управлении фермерскими угодьями. Для таких масштабов необходимы данные дистанционного зондирования высокого разрешения. В этих случаях используются подробные, детализированные данные высот с небольшими экстентами, позволяющие более качественно формировать 3D-данные на поверхности.



Местный

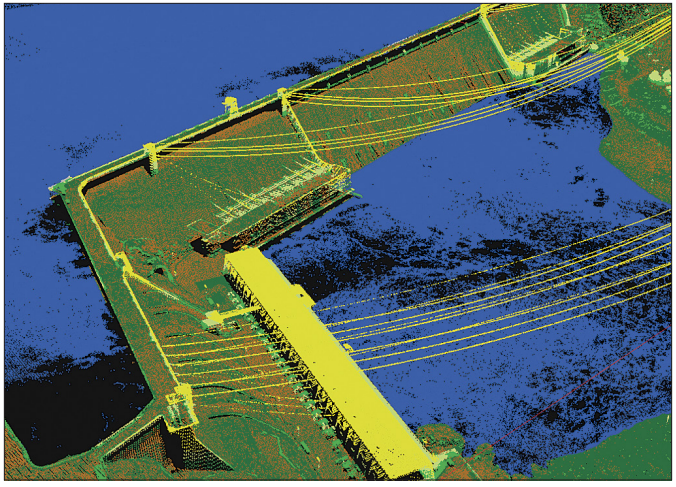
В местном масштабе визуализируются небольшие участки, например, один городской квартал, университетский кампус, парк отдыха или участок лесопосадок. Это могут быть также внутренние планы зданий, воспроизведенные в 3D. На этом уровне возможность использовать точные данные с высоким разрешением крайне важна, часто используются также данные дистанционного зондирования с высоким разрешением. Также можно использовать базовые карты, которые добавят возможности масштабирования до отдельной комнаты или этажа внутри здания.

Определение высот с помощью лидара и радара

Топография земной поверхности формирует естественную основу для работы в 3D, где в процессе визуализации объекты могут располагаться выше или ниже уровня земной поверхности. В ГИС для формирования рельефа земной поверхности используются данные высот в формате растра или структуры типа нерегулярной триангуляционной сети (TIN). В растровых моделях высот (используются значительно чаще) земная поверхность представлена в виде сетки квадратных ячеек одинакового размера, и в каждой ячейке хранится одно значение высоты. Напротив, поверхности TIN реализуются с помощью треугольников (или граней) разного размера, соединяющих серию трехмерных точек в пространстве, что делает возможным формирование уникальной высоты в любой точке поверхности в пределах этой сетки.

В наше время модели высот, в основном, создаются с использованием данных дистанционного зондирования, полученных с помощью различных современных технологий, включая лазерные сенсоры и радары. Интерферометрический радар синтезированной апертуры (IFSAR) для сбора данных высот использует сигналы пар противоположенных радаров. Пример такого сбора - миссия НАСА в 2001 году (Shuttle Radar Terrain Mapping (SRTM)), в результате которой были собраны данные высот на всю земную поверхность с разрешением 30 метров.

Лидар быстро был признан стандартом, позволяющим строить модели рельефа высокого разрешения. Процесс использует поток лазерных импульсов, формирующий облака точек, представляющих данные высот поверхности с высокой точностью и плотностью, на основе которых создаются серии цифровых данных, включая Цифровые модели местности (ЦММ), Цифровые модели поверхности (ЦМП) и триангуляционные сети (TIN).



Лидар – активный датчик дистанционного зондирования, который использует лазерные сенсоры, посылающие импульсы в направлении объекта (на рисунке плотина Гранд-Кули на реке Колумбия) и фиксирующие ответные импульсы, на основе которых создаются трехмерные модели объектов. В приведенном примере используются символы классов LAS (вода, бетон, линии электропередач и т.д.)

Пример такого сбора – детализированная лидарная съемка районов городе Петалума, (Калифорния) осуществленная командой ГИС-специалистов в округе Сонома.

Основа для 3D-ГИС

Базовые высоты

Ключевой атрибут 3D-объекта – информация о его высоте в пространстве, или базовая высота. Она соответствует высоте земной поверхности («голой земли») в точке, где расположено дерево, фундамент здания или какой-либо другой объект. Для хорошего визуального восприятия, а также для обеспечения высокого уровня точности вертикального позиционирования при проведении 3D-анализа, очень важно обеспечить тщательное сопоставление объектов с земной поверхностью, избегая возникновения «плавающих» или «утопленных» объектов.

Для присвоения пространственным объектам, будь то точка, линия, полигон или мультипатч, корректного значения Z, хорошо подходит высокоточная цифровая модель рельефа (ЦМР). Объект можно драпировать на земной поверхности, или добавить значение Z для обозначения смещения объекта выше или ниже по вертикали относительно земной поверхности.

ЦМР

Фактически под ЦМР (цифровая модель рельефа) и под цифровой моделью данных поверхности (DTM) – подразумевается одно и то же. Качественная ЦМР характеризуется высокой детальностью данных высот (другими словами, размером пиксела) и точностью представления морфологии (то есть точностью значений z).

ЦММ

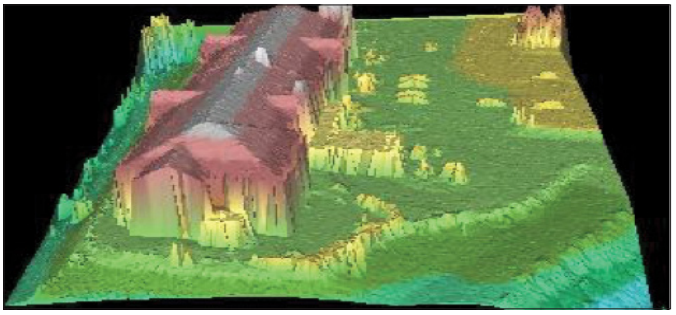
Цифровая модель местности (ЦММ) представляет высоты объектов на земной поверхности, то есть в ней присутствуют высоты деревьев, зданий и других объектов, которые расположены выше «голой» поверхности.

Основа для 3D-ГИС

Наиболее используемые модели

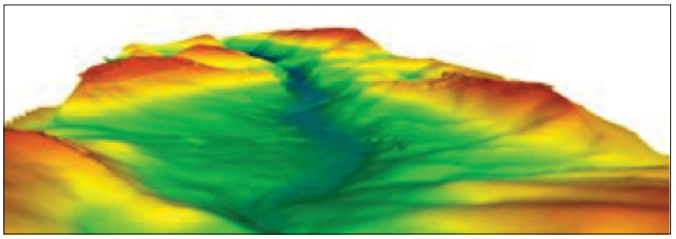
ЦММ: Цифровая модель местности

Модель поверхности, включающая топографию местности, а также расположенные на местности объекты, например, деревья или здания. Для создания трехмерного мира в виртуальности можно просто драпировать спутниковые изображения на ЦММ или воспользоваться специальными инструментами для построения моделей деревьев или зданий в вашей ГИС. Лидар, чаще всего используемый для построения ЦММ, строит высотную поверхность на основе данных первого отраженного сигнала.



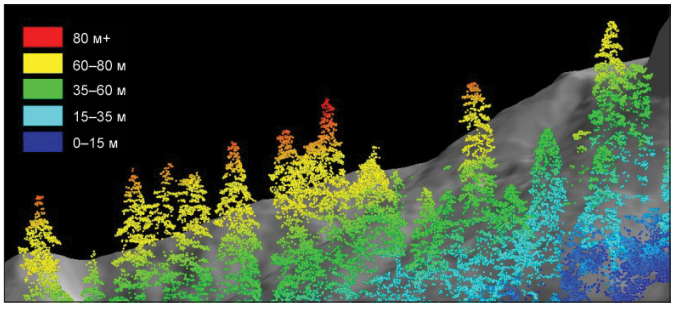
ЦМП: Цифровая модель поверхности

Модели поверхности, иначе говоря «голая земля», совсем не содержат высот пространственных объектов, таких как деревья или здания. Модели такого типа хорошо использовать для вычисления отмывки рельефа, уклона или экспозиции солнца на местности, вычисления направления стока на поверхности или присвоения базовых высот зданиям или другим пространственным объектам.



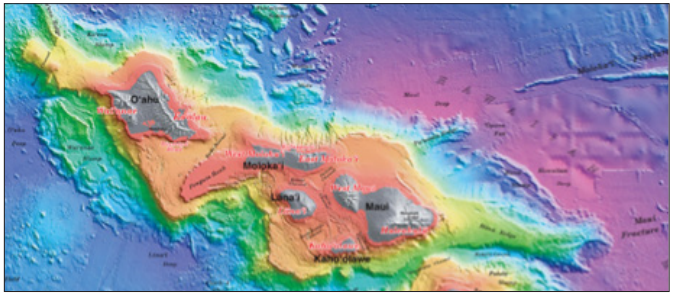
ЦМВ: Цифровые модели высот

Менее распространенные, но крайне важные для присвоения элементам вашей ГИС трехмерных свойств, модели высот используются для вычисления высоты над поверхностью для зданий, деревьев и прочих объектов. Модели высот строятся на основе вычисления разности высот между поверхностью (terrain) и местностью (surface). С течением времени Лидар становится основным инструментом, с помощью которого строятся модели высот, как в этом профиле крон деревьев Псевдотсуга Мензиса (Pseudotsuga menziesii).



Батиметрия

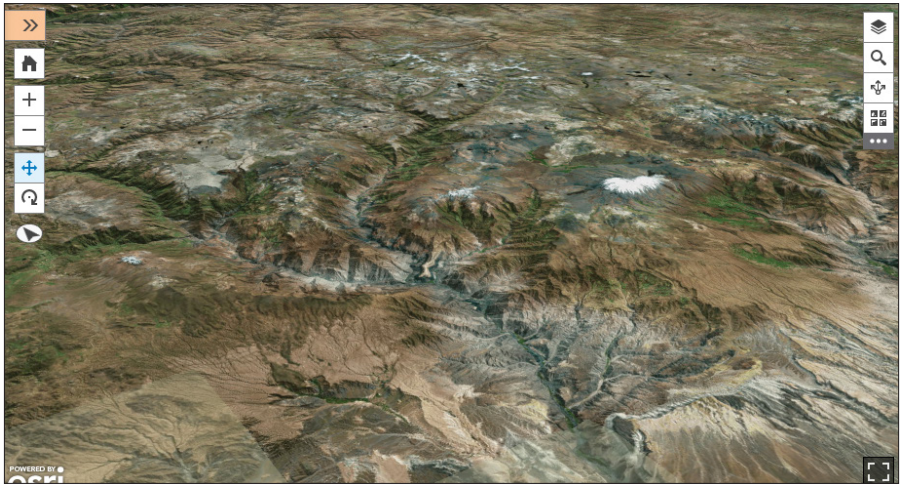
Топография океанского дна или дна озера называется Батиметрия и используется так же, как и топографические данные земной поверхности. Батиметрические данные, как правило, собираются с помощью сонара, который, так же как лидар, относится к активным сенсорам, но, в отличие от лидара, сонары устанавливаются на кораблях, курсирующих по водным маршрутам. Батиметрические данные мелководья можно собрать с помощью небольших самолетов.



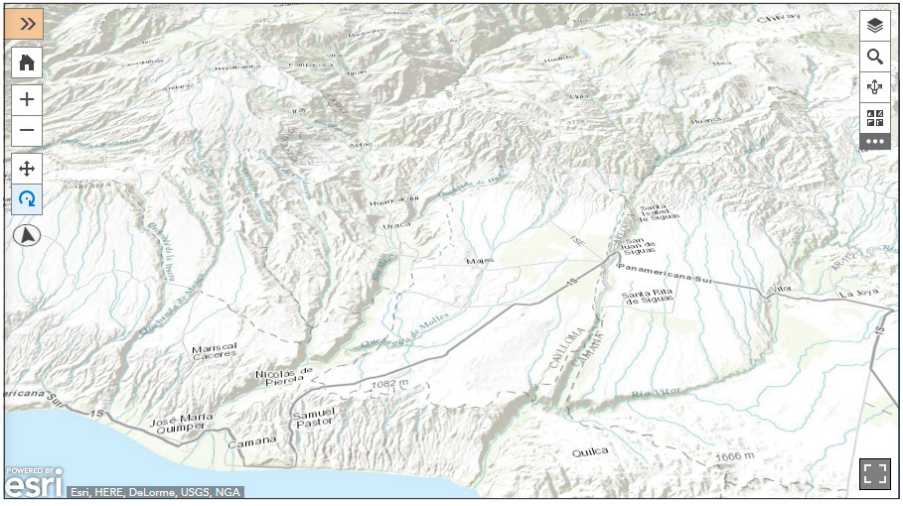
Веб-сцена

3D-данные в ГИС

В ArcGIS, 3D-карты называются сцены, а если работа с ними ведется в веб-браузерах, – веб-сцены. Возьмите за основу любую поверхность высот. Любая 3D-сцена начинается с подбора поверхности высот, на которой драпируются одна или несколько 2D-карт. Простой и быстрый способ перейти в 3D – драпировать спутниковые изображения или базовые карты на поверхности высот. ГИС-пользователи даже не предполагают, что большинство слоев ГИС-данных полностью готовы для перехода к 3D, а остальным требуется лишь небольшая настройка для того, чтобы их можно было использовать в 3D.



Трехмерное представление спутниковых снимков фактически представляет собой готовые к использованию, фотореалистичные сцены, которые могут служить основой для дальнейшего моделирования. Далее, просто добавляя двух- и трехмерные слои данных к веб-сцене, вы получаете картину, максимально приближенную к реальности.



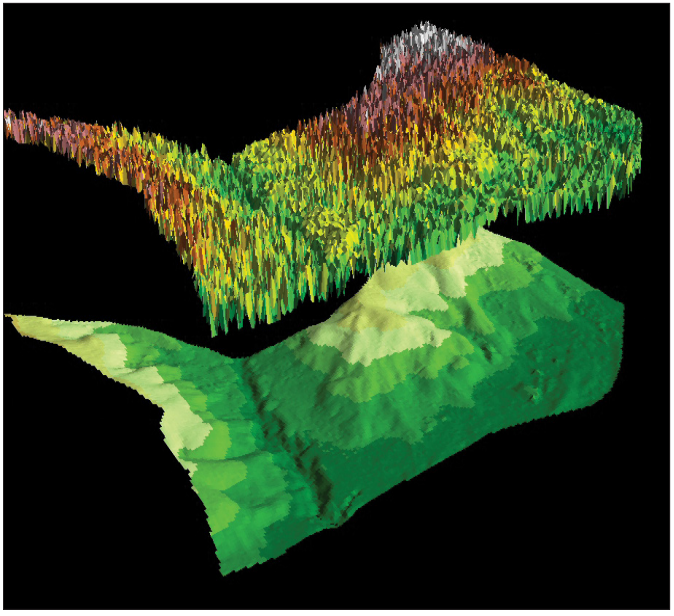
Обладая поверхностью высот в качестве основы, вы можете любой слой двухмерной карты сделать виртуально трехмерным, и предоставить пользователям удобную и понятную сцену. С этого и начинается построение трехмерных карт.

Создание высокоточной основы

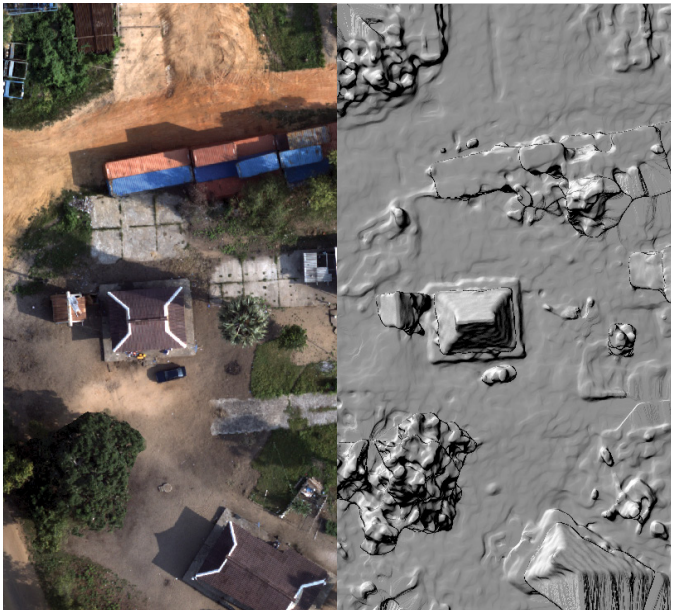
Сбор высотных данных высокого разрешения

Если ваша работа предполагает использование данных высот максимального разрешения для работы с картами в крупном масштабе и с высоким уровнем детализации, вы можете воспользоваться двумя относительно новыми источниками данных высокого разрешения. Мы говорим о новых миссиях сборов данных с помощью лидаров или беспилотников. Данными, собранные этими миссиями, можно воспользоваться для получения поверхностей высот высокого разрешения. Коллекция лидарных данных высокого разрешения быстро пополняется, позволяя использовать 3D в целом ряде новых приложений.

Для построения поверхности высот в последнее время также активно используются беспилотники, позволяющие получить значение высоты для каждого пиксела в собранных фотографиях. Таким образом можно получить цифровую модель высот всех исследованных объектов, а не только голой земной поверхности.



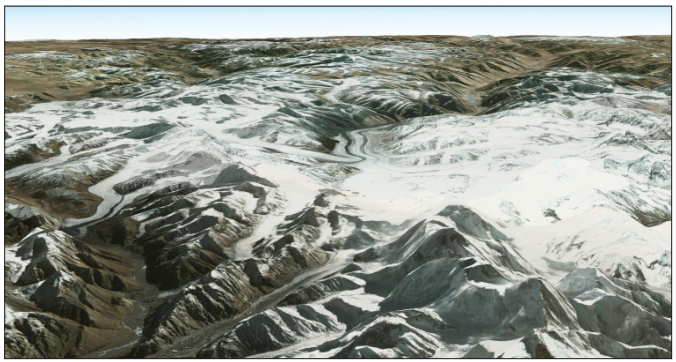
На рисунке можно увидеть сформированные отдельно поверхности высот для «голой» земной поверхности и для растительности на ней. И высоты для поверхности земли, и высоты растительного покрова были сняты как часть первого отраженного сигнала, но для вычисления высот «голой земли» был произведен дополнительный анализ сигналов лидара и вычислены значения для построения цифровой модели поверхности.



На этом рисунке можно сравнить собранную небольшим и недорогим беспилотником и полученную после обработки с помощью Drone2Map цифровую модель поверхности с ортофотомозаикой.

Создание базовой карты в 3D

ArcGIS поставляется вместе с наборами высотных данных с разрешением 30 метров на большую часть территории земного шара. Если у вас сеть данные высот высокого разрешения, типа данных лидарной съемки или данных, собранных беспилотниками, вы можете создавать собственные слои 3D-данных, добавляя к объектам информацию о высотах, чтобы использовать эти данные при работе в крупных масштабах при большом увеличении.

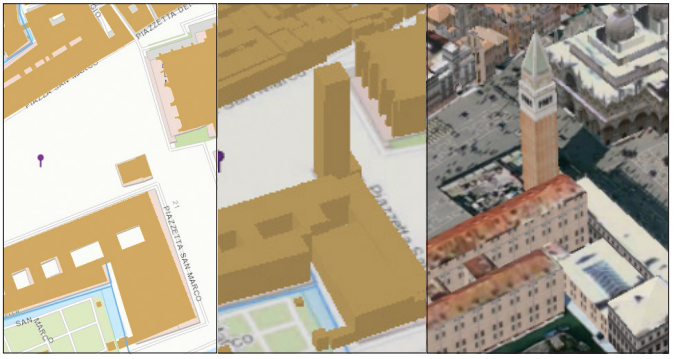


Любые данные, драпированные на трехмерной поверхности приобретают дополнительную перспективу. Любые растровые данные, например, спутниковые снимки Гималаев или базовая карта в стиле National Geographic, обретают новую жизнь в 3D.

Преобразование 2D-объектов в 3D

Некоторые двухмерные ГИС-данные могут быть легко преобразованы в 3D простым добавлением некоторых специальных атрибутов к 2D-объекту.

Деревья могут быть представлены в виде точечных объектов. Используя несколько дополнительных атрибутов – родовое и видовое наименование, высоту и толщину кроны – вы можете подобрать для каждого точечного местоположения трехмерные символы деревьев из каталога символов, настроить высоту и ширину, что позволит получить изображение, максимально реалистично соответствующее деревьям в реальности.



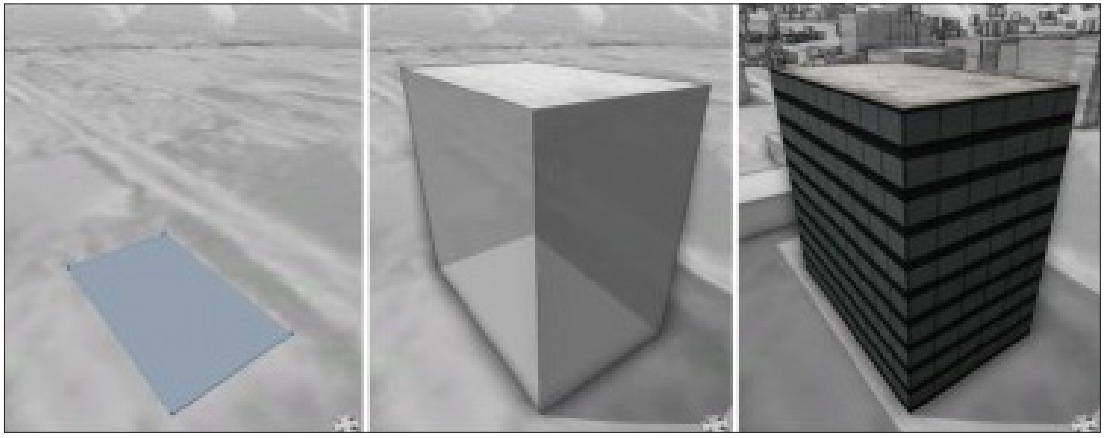
Здание можно вытянуть на основе значения его высоты или количества этажей. И, далее, вы можете работать с моделью здания, используя нужный вам уровень прорисовки. Контуры двухмерных зданий (справа) могут быть вытянуты в блоки (в центре) или преобразованы путем добавления деталей поверхности (справа).

Моделирование высот для зданий и деревьев

Высота трехмерного объекта определяется по расстоянию между самой высокой точкой объекта и точкой пересечения его с земной поверхностью. На основании этого значения, которое можно рассматривать как координату z, двухмерный объект можно вытянуть, или применить значение высоты к существующей трехмерной модели.

При наличии классифицированных данных лидара можно вычесть результирующую цифровую модель поверхности из (ЦМП) ид цифровой модели местности (ЦММ) для получения растра «высот над поверхностью» или нормированной цифровой модели местности (нЦММ). Этот растр нЦММ затем анализируется с использованием эталонных 2D и 3D ГИС-объектов для определения значения высоты, которая применяется к объекту для вытягивания или вертикального масштабирования.

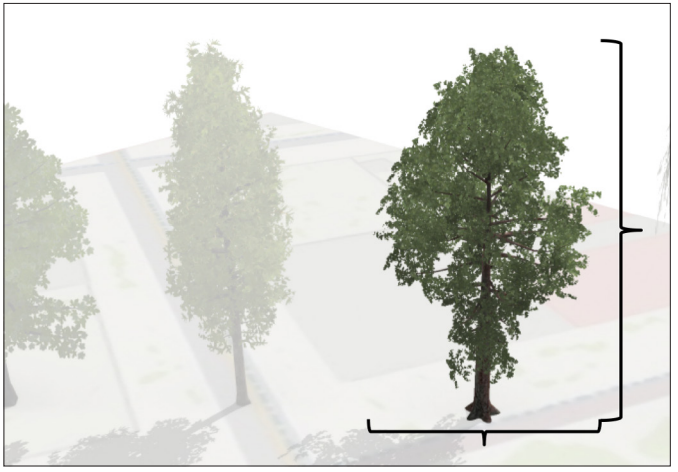
Здания



Контуры зданий сначала определяются на модели поверхности; затем к ним применяется вытягивание по высоте; и наконец добавляются текстуры на основании какого-либо атрибута, например количества этажей.

Деревья

К деревьям и другим подобным объектам обычно применяется вытягивание контура с поверхности, полученной на основании спутникового изображения или лидарной съемки. Используя схожую процедуру определения высоты на земной поверхности и максимальной высоты объекта, деревья также вытягиваются или вручную, или каким-либо автоматическим способом. Далее дереву можно присвоить детализированный 3D-символ на основании видового наименования (например дуб черешчатый), затем применить масштабирование по вертикали по значению высоты, и по горизонтали, на основании ширины охвата кроны, чтобы получить максимально реалистичное трехмерное изображение дерева.



Трехмерные реалистичные модели деревьев, масштабированные по высоте и ширине на основании атрибутов, полученных при помощи лидарной съемки.

Представление зданий в 3D

Модели зданий в 3D можно отобразить в широком диапазоне детальности (точности), которая, как правило, зависит от метода сбора и источника данных. При отображении моделей городов в 3D используется ставшая популярной благодаря CityGML схема представления трехмерной структуры с различной степенью детализации (Уровень прорисовки (LoD)). Каждый LoD может быть применен как для текстурированной, так и для простой модели. Выбор нужного уровня прорисовки зависит от доступности источника данных для получения форм зданий и конкретного случая применения 3D-визуализации. Например, визуализация зданий с уровнем LoD1 не подходит для анализа тени от здания или количества солнечного излучения, так как точность визуализации формы крыши недостаточна. С другой стороны, реалистичность текстурированной модели с уровнем LoD4 может быть избыточна при проведении простого 3D-анализа.

LoD0 – на уровне прорисовки 0 здание отображается в виде простого контура или полигонального объекта в 2D, с использованием только базовой высоты точки земной поверхности, где это здание расположено. Другими словами, здание просто драпировано на поверхности земли.

LoD1 – на уровне прорисовки LoD1 здание представляет собой полигон, вытянутый на заданную высоту, то есть замкнутый куб, имеющий только вертикальные и горизонтальные панели. Модели здания с уровнем LoD1 просты в построении, удобны для отображения относительных высот, но из-за упрощенной геометрии такие модели хорошо подходят для быстрой визуализации, но не для 3D-анализа.

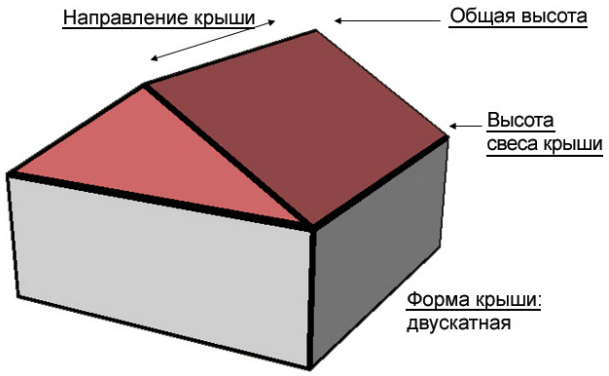
LoD2 – в модели здания на уровне LoD2 можно выделить вертикальные поверхности стен и геометрию крыши, которая также может включать дополнительные элементы, например печную трубу или мансарду. Здания с уровнем прорисовки LoD2 хорошо подходят для разных типов 3D-анализа, в частности для определения тени от здания, построения линий взгляда или вычисления количества потенциального солнечного излучения для источника энергии на крыше.

LoD3 – на уровне LoD3 стены и крыша здания могут включать архитектурные элементы, как и на уровне LoD2, плюс к стенам добавляются такие детали, как окна, двери или колонны. Здания, отображенные на уровне LoD3, хорошо подходят для крупно-масштабной визуализации улицы города или анализа конкретного участка, где реалистичность модели может играть существенную роль.

LoD4 – модель здания включает не только подробное представление стен и крыши снаружи, но и подробности внутри здания, перекрытия, этажи, двери, комнаты и т.д. LoD4 подходит для визуализации и анализа интерьеров.

Извлечение различных форм крыш в 3D

Возможность создания максимально приближенных к реальности трехмерных моделей жилых зданий долгое время была недоступна работникам муниципалитетов и служб городского планирования – ГИС-пользователи здесь явно в выигрыше. Создание таких моделей было неоправданно дорогим делом. К счастью, по мере накопления данных дистанционного зондирования высокого разрешения, собранных с помощью лидаров и фотограмметрических технологий для городских территорий, детализированная 3D-информация становится все более доступной. Начиная с этого момента мы можем получить и использовать для построения 3D-моделей зданий не только точную информацию о высотах но и детализированную информацию о форме крыш зданий.



Основные атрибуты создания процедурной модели 3D-здания

.

Ключевой момент в создании реалистичных моделей зданий - возможность корректно воспроизвести в модели форму крыши. Вот список атрибутов, необходимых для воспроизведения геометрии крыши:

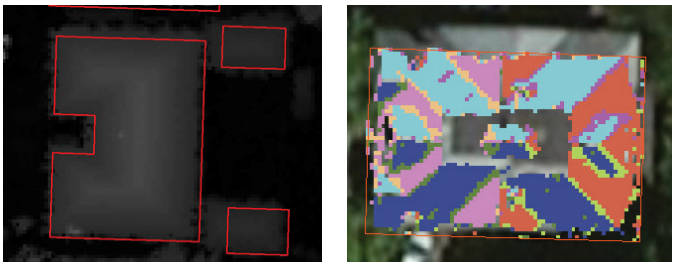
Общая высота – высота самой высокой точки здания (конька крыши).

Высота свеса – высота свесов крыши вокруг здания (обычно по ним проходят водостоки) .

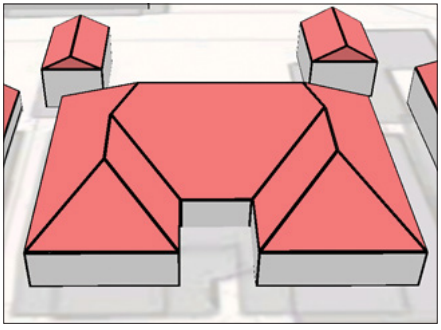
Тип крыши – тип формы крыши (плоская, двускатная, шатровая и т.д.).

Направление крыши – направление скатов крыши.

Хотя эти атрибуты можно собрать вручную, оценивая каждое здание по отдельности, эффективнее использовать автоматический процесс получения информации о формах крыш с помощью стандартных инструментов ArcGIS. Этот процесс описан в уроке Learn ArcGIS в конце этой главы (стр 112).



Контуры полигонов на цифровой модели местности (слева) и типы крыш, классифицированные по уклону и экспозиции.



Слово профессионалу: Паскаль Мюллер

Представляем будущее наших городов

Более половины населения земного шара проживает в городах, и число городских жителей постоянно растет. По прогнозам к 2050-му году численность сельских жителей не сильно изменится, а число жителей городов может достигнуть 7 миллиардов. Соответственно мы в скором времени увидим стремительный рост городов вширь и ввысь.

Для визуализации будущего наших городов как нельзя лучше подходят 3D-ГИС. Городское пространство – сложный конгломерат из трехмерных архитектурных форм, формирующих жилые помещения, здания, участки, районы и окрестности. Эти структуры связанны между собой различными типами транспортных сетей, такими как автодороги, пешеходные тропы, линии метро, кроме того, дополнены различными инженерными и техническими коммуникациями. 3D-ГИС, такая как ArcGIS предлагает множество инструментов для моделирования подобных структур и управления ими. Таким образом создаются так называемые Умные города, где все подразделения связанны друг с другом, и производительность всей городской инфраструктуры, наравне с качеством работы городских служб, отслеживается в реальном времени.

Исторически считается, что моделирование и планирование городского пространства в 3D подразумевает огромное количество кропотливой работы, в основном вручную, то есть обходится заказчикам очень дорого. Но вместе с возросшими требованиями к качеству и объему ресурсов для моделирования городских территорий в 3D возросла и потребность в альтернативных решениях для быстрого, максимально автоматизированного моделирования виртуальных городов. Такие решения могут включать визуализацию форм зданий в 3D на основании двухмерных контуров; ведение кадастровой документации многоквартирных домов в 3D; управление зонированием в 3D с вычислением экономического эффекта и внесения соответствующих поправок; генеральное планирование, где симулируется, анализируется и оптимизируется градостроительная активность – например, если речь идет об уплотнении застройки с учетом наличия свободного пространства, текущего автомобильного трафика, уровня энергопотребления и качества жизни.

Возможности управления в 3D, доступные в ArcGIS, позволяют администрации умного города более активно и эффективно взаимодействовать со своими жителями. Таким образом, возможность предоставить информацию общественности в максимально реалистичном виде в 3D способствует коммуникации между проектировщиками и потребителями, что в свою очередь положительно сказывается на функционировании городского пространства.

Паскаль Мюллер – руководитель Esri R&D Center в Цюрихе, где были разработано программное обеспечение для 3D в ArcGIS, а также пакет инструментов процедурного моделирования городов под названием CityEngine – номинант академической премии .

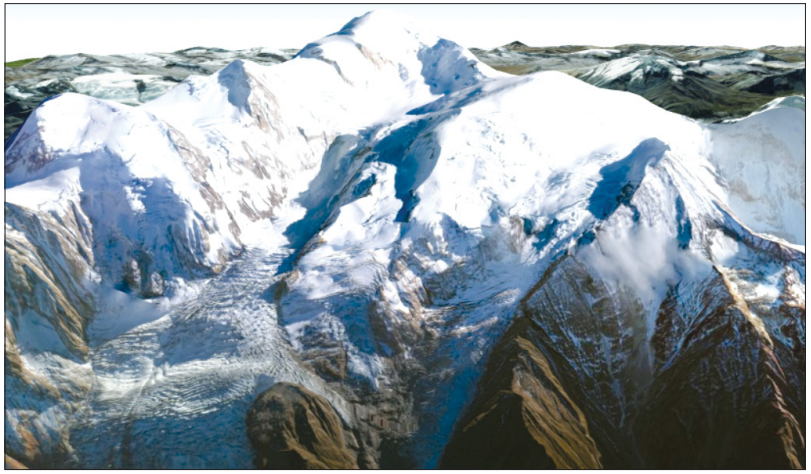
Паскаль и вся команда разработчиков CityEngine

Текстурирование

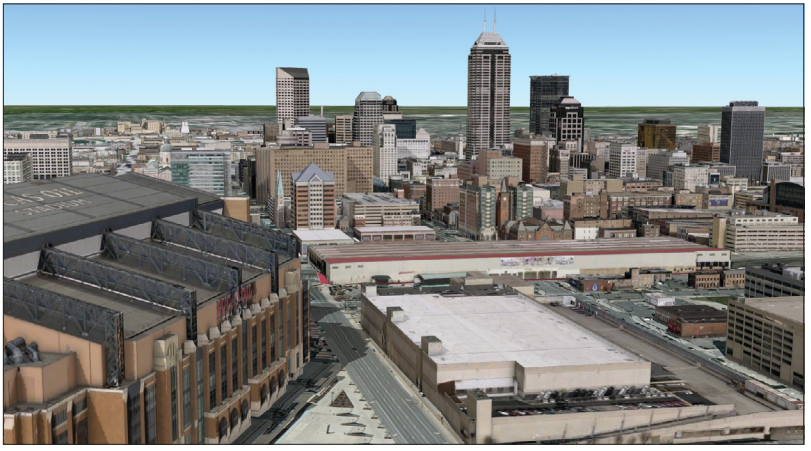
Применение спутниковых снимков при моделировании зданий и других объектов преобразует пустые трехмерные формы в реалистичные, детализированные трехмерные модели объектов. Наложение аэро-фото изображения или перспективного изображения с высокой детальностью (на уровне улицы города) на отдельные поверхности здания можно выполнить двумя способами – процедурным или реалистичным.

Реалистичные текстуры

Реалистичные текстуры создаются из аэро- и перспективных спутниковых снимков, на которых специально снято нужное здание или пространственный объект, для которого необходимо создать трехмерную модель. Каждой стороне здания присваивается уникальная текстура, которая передает, как конкретный фасад или крыша выглядит в реальности. Такой подход, как правило, предполагает более высокие затраты, но зато позволяет получить максимально реалистичные 3D сцены, включающие, например, широко известные исторические здания, замки или соборы, которые выглядят абсолютно правдоподобными, со всеми необходимыми архитектурными деталями.



Модель горы Монблан во Французских Альпах, выполненная с применением фото-текстур.



Подробные, реалистичные 3D-модели зданий исторического центра города Индианаполиса в штате Индиана.

Процедурные текстуры

Использование процедурных текстур подразумевает наложение гео-текстур или текстур с элементами архитектурного дизайна фасадов и крыш на трехмерные модели зданий. Эти текстуры можно накладывать на имеющиеся трехмерные модели зданий без текстур, или использовать в процессе процедурного моделирования при конвертации двухмерных отпечатков в текстурированные трехмерные здания.

Процедурные текстуры применяются в соответствии с набором правил, в которых обозначен тип текстуры для каждого здания и количество повторов. Подобные текстуры обычно берутся с перспективных изображений или снимков крупных планов улиц, затем редактируются и выверяются таким образом, чтобы получилось бесшовное изображение, которое можно наложить по периметру каждого здания или этажа.

Для получения максимально приближенных к реальности трехмерных моделей зданий используются библиотеки текстур, позволяющие подобрать нужные элементы с учетом типа здания, его высоты, количества этажей и регионального архитектурного стиля. Часто библиотеки текстур разбиваются на две группы: фундамент (первый этаж) – как правило выше остальных, может включать входную дверь, крыльцо и т.п., и остальные этажи, где текстурный элемент повторяется нужное число раз.

Хотя текстуры при моделировании процедурным способом могут не в точности соответствовать реальному зданию, зато они не дороги и позволяют воспроизводить внешний вид зданий различных стилей. Модели зданий с процедурными текстурами, для которых достаточно легко настроить высоту и стиль зданий, широко используются в городском планировании для различных сценариев.

Модели 3D-зданий с процедурными текстурами центра Гринвилла, в Южной Каролине.

Сбор 3D-данных

Как осуществляется съемка 3D-данных с помощью беспилотников

Одно из самых больших чудес нашей эры высоких технологий – возможность создавать трехмерные карты любого, самого маленького участка, используя съемку беспилотником и новое приложение от Esri – Drone2Map. В описанном здесь рабочем процессе съемки здания беспилотник осуществляет пролет по заранее запрограммированному маршруту и делает серию перспективных снимков под разными углами. Далее строится 3D-сцена с помощью программного обеспечения.

1. Полет миссии

Желтым цветом показан круговой маршрут облета здания беспилотником. Точки съемки обозначены голубым цветом.

2. Съемка фотографий с перспективой

Здесь изображены 4 из 40 перспективных изображений, полученных с помощью камеры высокого разрешения, установленной на беспилотнике.

3. Создание 3D-сцены

Один из доступных выходных данных Drone2Map – 3D-документ PDF, с помощью которого можно предоставить доступ к трехмерным сценам для тех, кто не связан с ГИС.

Практический пример: миссия Oatlands House

Два столетия назад Джордж Картер придумал и построил в городе Лисберге (Вирджиния) комплекс Исторический дом и сады Oatlands. В настоящее время это место сохраняется, как историческая достопримечательность. Возможность съемки с помощью беспилотника обеспечивает наличие данных высокой точности, включая детализированную 3D-модель, которая может использоваться для визуализации предлагаемых изменений ландшафта (например, вырубку старых деревьев) и может быть очень полезна руководству исторического комплекса.

3D веб-сцена, созданная из облаков точек, собранных небольшим частным беспилотником. Эта сцена была доступна в интернете в течении 30 минут, после завершения миссии беспилотника.

Видео-презентация рассказывает о выполнении миссии

Сетка – структура, используемая для разделения географического пространства на смежные, непересекающиеся треугольники, которые можно отобразить с помощью значений RGB.

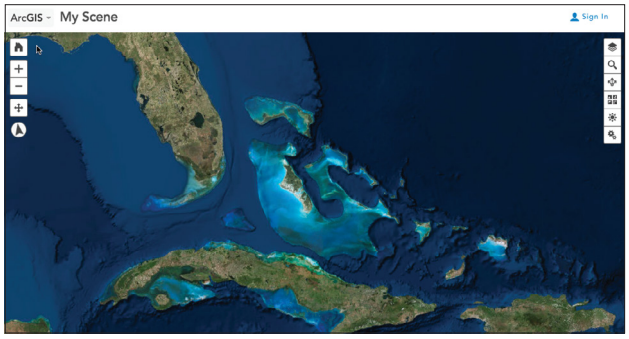
По цифровой модели поверхности для этого же участка можно увидеть необходимость использования большого количества данных высот с высоким уровнем точности.

Быстрый старт

Несколько примеров, где используется 3D-представление спутниковых изображений в ArcGIS

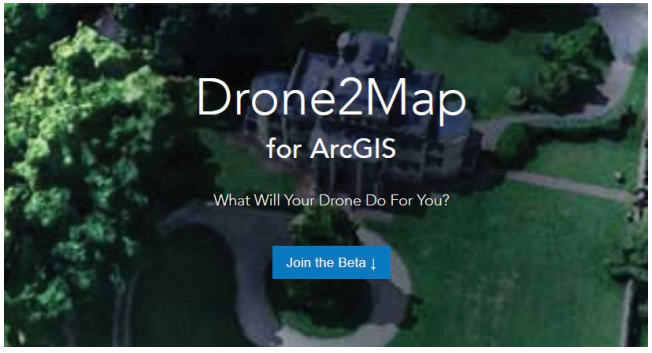
Вьюер сцен

Вьюер сцены – это приложение, встроенное в веб-сайт ArcGIS Online, для создания и работы с 3D сценами. Вьюер сцен работает с настольными веб-браузерами, поддерживающими WebGL, стандартную веб-технологию для отображения 3D-графики, встроенную в большинство современных браузеров. Вы можете выполнить вход для создания ваших собственных сцен.



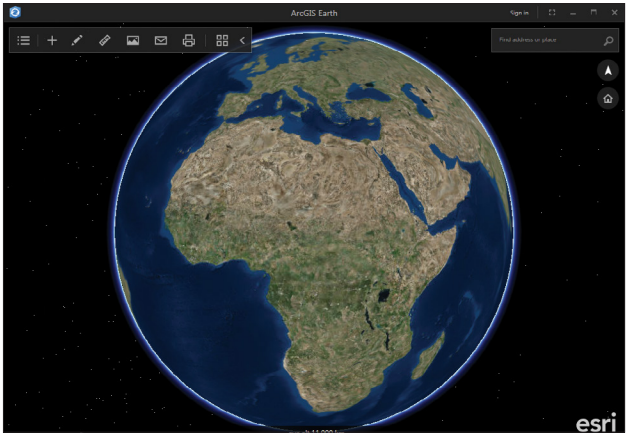
Drone2Map

Drone2Map for ArcGIS – это настольное приложение, превращающее необработанные статичные изображения в ортофотомозаики, 3D-сетки, листы изображений и т.д. в ArcGIS. Создавайте 2D- и 3D-карты труднодоступных объектов и районов.



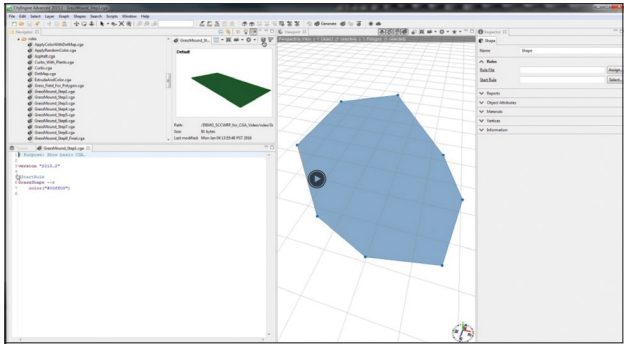
ArcGIS Earth

ArcGIS Earth – бесплатное, удобное приложение для настольных компьютеров, позволяющее любому желающему использовать карты в трехмерном представлении. ArcGIS Earth доступен для компьютеров с Windows и планшетов.



CityEngine

CityEngine – усовершенствованный инструмент для трехмерного моделирования и планирования городской среды.



City Engine, начало работы

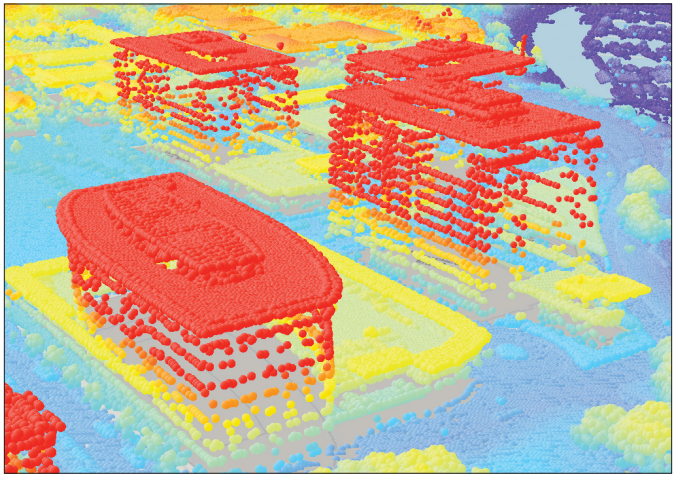
Урок Learn ArcGIS

Получение форм крыш для плана развития города

Общий обзор

Администрация города Портленд (штат Орегон, США) хочет оценить формы крыш в окрестностях исторической части города, чтобы проверить их на соответствие новой экологической концепции. Данная проверка включает ряд параметров, в том числе анализ освещённости и затенения, для которого потребуется 3D-сцена территории с реалистичными формами крыш. Базовая 3D-сцена использует уровень прорисовки зданий (LoD) 1: контуры зданий, все вытянутые на одинаковую высоту. Но в городской администраций требуют здания уровня LoD2, чтобы были ещё и крыши со всеми их деталями: карнизами, фронтонами, скатами и т.д.

Ваша цель – создать 3D-сцену на окрестности Портленда со зданиями уровня детальности LoD2. При помощи задачи в ArcGIS Pro вы создадите набор данных облака точек на основании лидарных данных и используете его для построения цифровых моделей территории. На основании характеристик моделей рельефа вы добавите к контурам зданий атрибутивные данные с архитектурными деталями крыш и подберёте к ним условные обозначения в 3D при помощи набора правил. И наконец, надо будет проверить здания на наличие ошибок и отредактировать неверные объекты перед тем, как конвертировать данные в класс пространственных объектов мультипатч, который можно будет передать в городскую администрацию.



Основано на знаниях в этих областях:

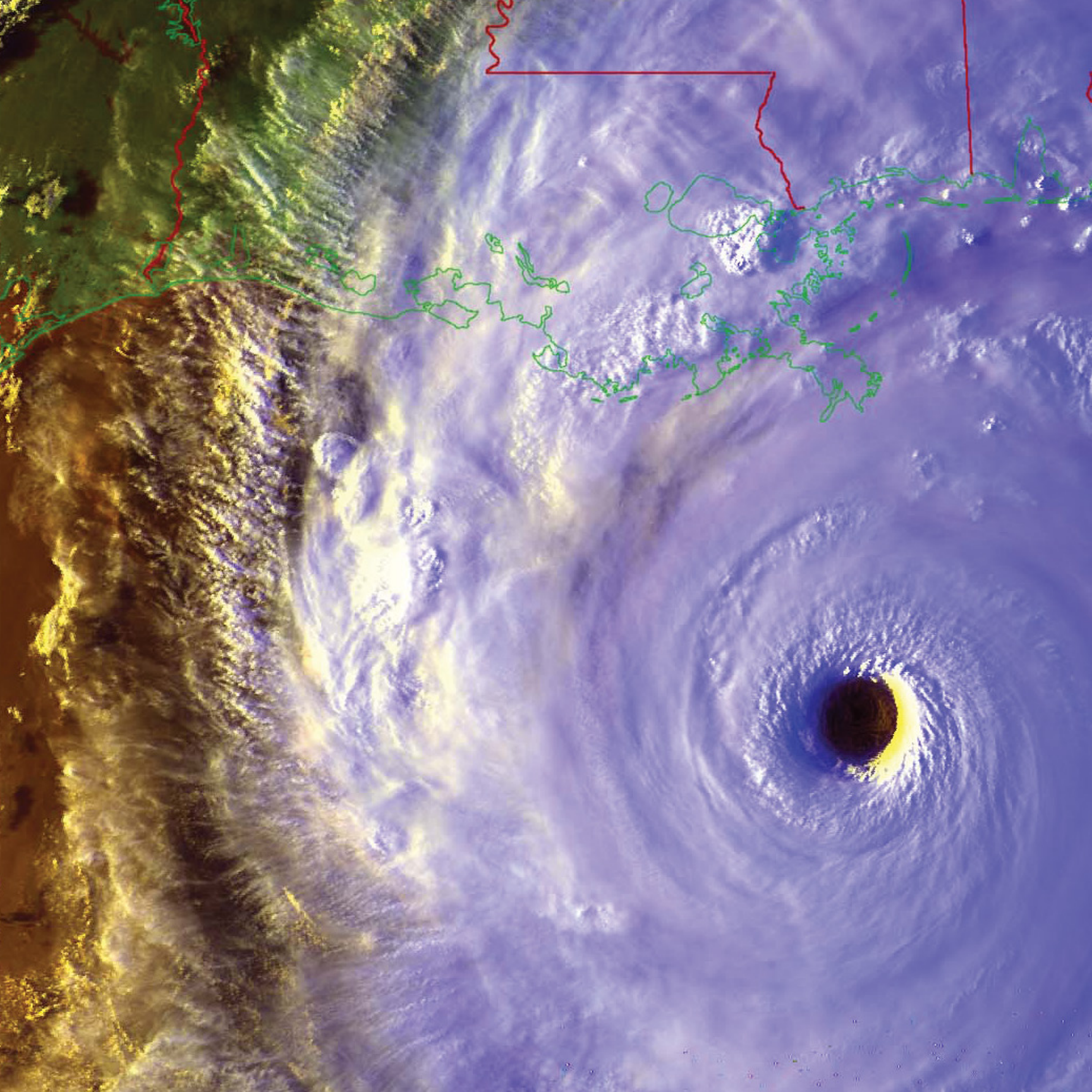
- Выполнение рабочих процессов при помощи задач в ArcGIS Pro
- Создание наборов данных с облаками точек LAS из лидарных данных
- Создание зданий LoD2 для 3D-сцены
- Редактирование 3D-объектов

Что необходимо:

- ArcGIS Pro 1.2.0 или выше
- Предполагаемое время: 1 час 20 минут

Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter6_Lesson



07

Спутниковые изображения в четвертом измерении

Величайшая в мире машина времени

Временные ряды или временные изображения создают возможность систематически проводить сравнения с течением времени. Результатом является широкий спектр приложений, позволяющих путешествовать во времени, в любом направлении, сравнивая что было и как стало до и после катастрофических событий или реконструкции исторических ландшафтов, а также выполнять мониторинг и прогнозировать изменения в течение нескольких недель, месяцев, лет и десятилетий. Изучение динамических процессов с течением времени – основная идея данной главы.

Это всё время

Использование изображений для мониторинга нашей динамически меняющейся планеты

Чтобы по-настоящему понять нашу динамическую планету, мы стремимся, чтобы исследовать информацию во времени, визуализировать прошлое, понять настоящее, и распознать будущие тенденции. Например, специалисты в науках о Земле используют временные ряды спутниковых наблюдений для отслеживания ежемесячных особенностей выпадения осадков, например, распространения снежного покрова и до каких широт от полюсов он доходит зимой и отступает в летний период. Ученые используют временные ряды спутниковых наблюдений для мониторинга засух. А климатологи применяют модели для климатических прогнозов на будущее. Так как возможности вычислительной техники и ГИС продолжают расти, разрабатываются и применяются новые технологии, основанные на времени. Наряду с этой тенденцией, растёт понимание архи важности временных аспектов изображений. Наш мир динамичен и очень важно, как ГИС это отражает. И снимки играет ключевую роль.

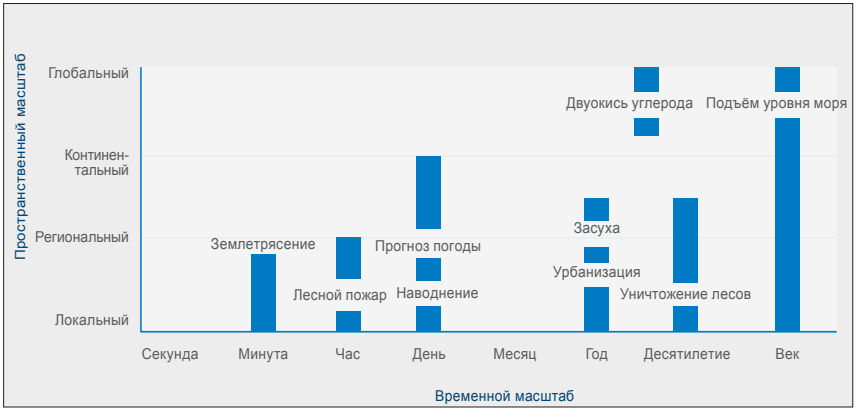
Существует бесчисленное множество приложений, для которых необходимо учитывать время. Чтобы очертить границу лесных пожаров, надо отправиться собирать термальные снимки определённых территорий по периметру пожара. Нередко по несколько снимков в день, так как лесные пожары распространяются очень быстро. Напротив, для исследования вырубания лесов нужны снимки, охватывающих большую территорию, но в течение более длительных промежутков времени, так как вырубка лесов – это процесс, который происходит в течение многих лет или даже десятилетий.

Непрерывные глобальные наблюдения

Между тем, нет недостатка необработанной информации с сенсоров, поступающей для решения многих из этих проблем. Идёт постоянное расширение спутниковых платформ для непрерывных наблюдений – как государственных, так и коммерческих – и все это вносит вклад в нашу коллекцию наблюдений за Землёй. Ряд спутников предназначен для непрерывных наблюдений одних и тех же территорий через фиксированные периоды времени – Landsat, MODIS, GLDAS, Sentinel, SPOT и RapidEye – лишь некоторые из них. Landsat 8 посещает каждое место на Земле каждые 16 дней. MODIS собирает наблюдения с глобальным охватом каждые один-два дня. И так далее.

Это всё время.

Вы воспринимаете временные преобразования так, как они происходят, например, переход от осени к зиме или от дня к ночи. Изображения имитируют и расширяют человеческое восприятие в более крупных временных и пространственных масштабах. Изображения с активизированным временем дают нам возможность спрашивать и отвечать на вопросы, которые выходят за рамки нашего личного времени и пространства.



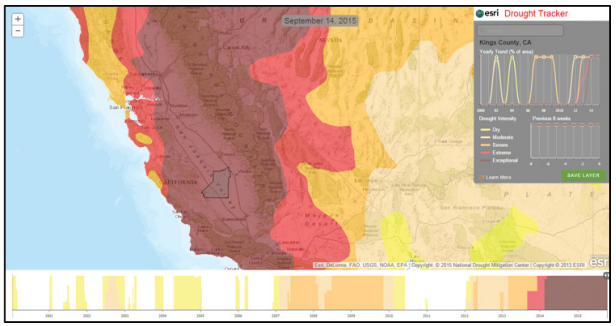
Важные события на нашей планете происходят в различных пространственно-временных масштабах.

Типы времени

Дискретное, циклическое и непрерывное

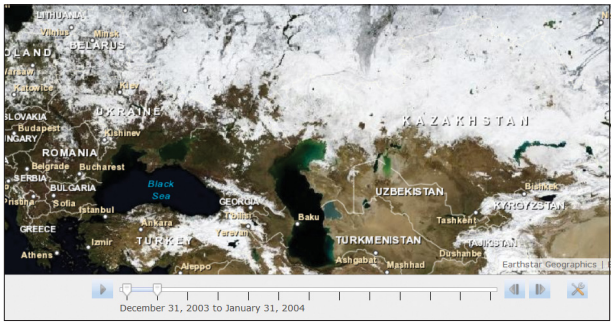
Время можно рассматривать как линейное или циклическое. Линейное время имеет чёткие начало и конец, оно может быть выражено с помощью дискретных, непрерывных или циклических мер времени. Видео – это пример изображений, захваченных в непрерывном времени. Циклическое время фиксирует события, которые постоянно происходят в определённой последовательности. Ежедневные погодные наблюдения – пример циклического времени.

Непрерывные



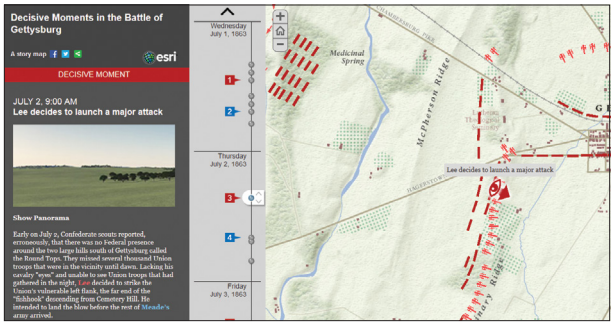
Приложение от Esri для отслеживания засух – Drought Tracker – обеспечивает интерактивный интерфейс для исследования изменяющихся условий засухи в США. Более серьезная нехватка воды приводит к потерям урожая и требований по добровольному ограничению водопользования. Сильная засуха может уничтожить посевы и домашний скот, превратить сельскохозяйственные угодья в пыльную пустыню. Чем дольше земля остаётся без спасительных снегов и дождей, тем сильнее засуха и ее возможные последствия.

Циклические



Картографическое приложение НАСА «Голубой шар»: снимки следующего поколения представляют собой набор из двенадцати композитных изображений всей поверхности Земли, для каждого месяца в году, использующие снимки 500-метрового разрешения со спутника MODIS. Эти ежемесячные изображения показывают сезонные изменения на поверхности Земли: вегетацию и отмирание растительности в таких регионах с умеренным климатом, как Северная Америка и Европа, сухие и влажные сезоны в тропиках, а также распространение и отступание снежного покрова в Северном полушарии.

Дискретные



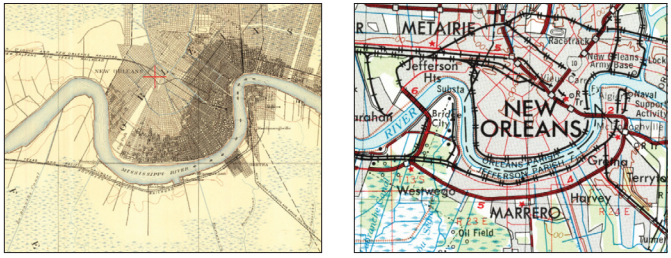
Анализ зон видимости, основанный на снимках и ГИС, помогает изучить обзорные точки, на которых находились командиры Союза и Конфедерации во время Битве при Геттисберге, решившей исход Гражданской войны в США. Панорамные пейзажи показывают, что командиры могли видеть, и это оказало существенное влияние на принимаемые ими решения. Щёлкайте метки времени, показанные на вертикальной шкале времени, чтобы изучить действия каждого генерала и соответствующие условия на поле боя.

Исторические изображения

Изображения – это один из самых эффективных способов получить представление о прошлом. Исторические изображения служит отправной точкой для обнаружения изменений и позволяют принимать более эффективные решения в управлении ценными ресурсами Земли. ГИС-технологии привносят новую жизнь в исторические карты и старые фотографии, на Земле, с воздуха, и даже из космоса.

Отсканированные исторические карты

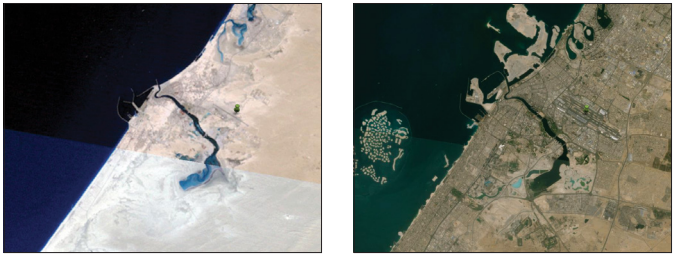
После сканирования бумажные карты превращаются в изображения. Отсканировав, можно дописать к ним пространственную привязку и включить в ГИС точно так же, как любой другой слой. Исторические карты могут внести контекст для вашего анализа и послужить основой для выявления изменений. У геологической службы США одна из самых больших коллекций в мире.



Судя по отсканированным историческим топокартам Геологической службы США, в период между 1891 и 1963 гг. на болотах Нового Орлеана произошёл существенный рост строительства жилых домов.

Исторические аэрофотоснимки

Этот тип изображений снимается в воздухе при помощи воздушных шаров; самолетов; и в последнее время беспилотных летательных аппаратов. Они предоставляют собой планиметрические (с высоты птичьего полёта) снимки ландшафтов. Первые аэрофотоснимки были сделаны в конце девятнадцатого века.



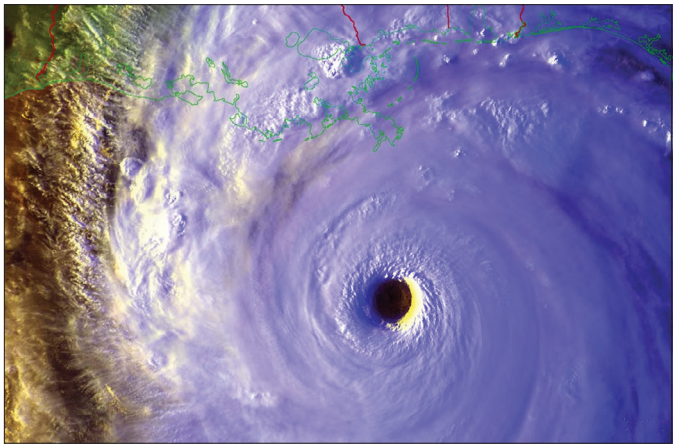
На этих снимках, сделанных в 1970 и 2010 гг. в Дубай (ОАЭ), виден беспрецедентный рост этого района нефтедобычи.

Исторические наземные фотографии

Фотография была первым методом, доступным для захвата изображений. Исторические фотографии могут обеспечить контекст и перспективы для ГИС-анализа. Вы можете найти место, снятое сто лет назад, и сфотографировать его снова для сравнения снимков, чтобы посмотреть что изменилось, как это сделано в фотопроекте повтора снимков USGS для берегов реки Колорадо.

При сравнении фотографий USGS (31 мая 1889 года слева и 24 марта 1997 года справа) одного из каньонов на реке Колорадо наблюдается распространение инвазивного вида растения Костёр кровельный (Bromus tectorum).

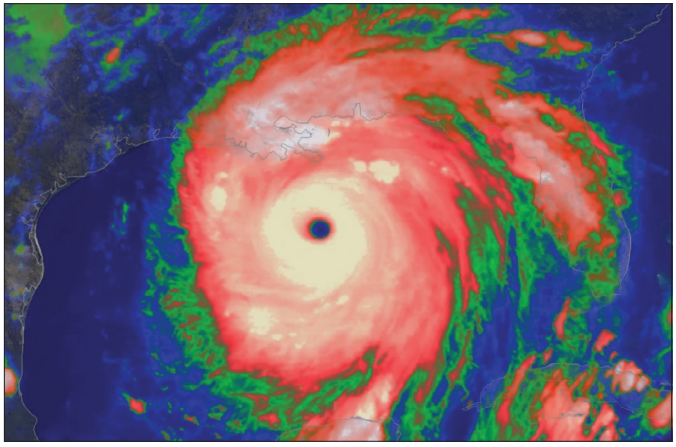
Моделирование земных процессов



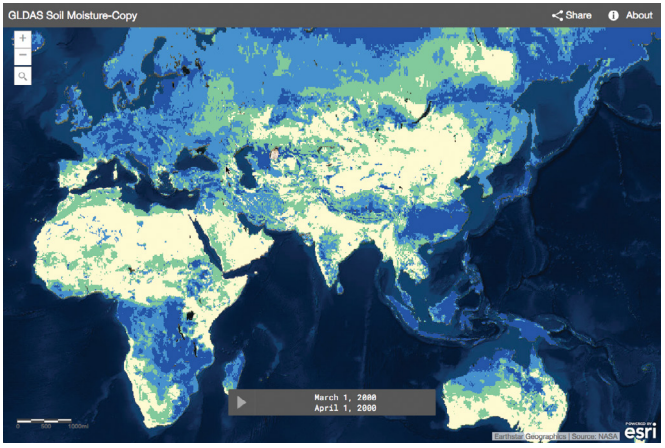
Такие государственные агентства, как USGS и NOAA, поддерживают большие доступные для поиска архивы снимков. Исторические спутниковые изображения позволяют выполнять мониторинг воздействия на нашу планету землетрясений, лесных пожаров и различных погодных катаклизмов.

Существует целый ряд спутников для наблюдений за Землёй, которые ежедневно проходят через выбранные участки планеты, производя временные ряды снимков. Например, метеорологические спутники ежедневно показывают погоду в режиме реального времени. В то же время, ряд спутников, например GLDAS, облетают все глобальные области, ежедневно производя критически важные наблюдения о нашей планете.

Интересно, что многомерные модели компьютерного моделирования физических процессов Земли используются для вычисления результатов с временными рядами изображений, часто интерполируя то, что происходит между проходами спутника. Другие модели могут также имитировать исторические условия, чтобы воссоздать события прошлого, а также прогнозировать будущие условия.



Это анимация инфракрасных спутниковых снимков показывает интенсивность урагана Катрина в 2005 году: белый – самый интенсивный, далее идут красный, зеленый и синий.

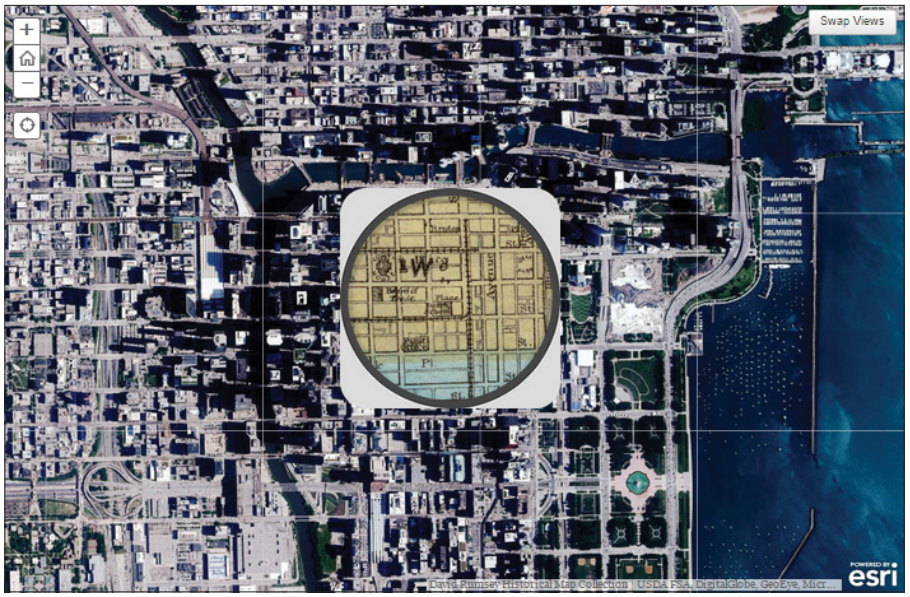


Данные влажности почвы GLDAS полезны в глобальном масштабе для моделирования таких сценариев водного цикла, как засухи и наводнения, которые в настоящее время очень сильно влияют не только на людей, но и на биологическое разнообразие.

Изучение прошлого

Изображения позволяют нам в цифровой форме реконструировать ландшафты прошлого. Мы можем использовать одно историческое изображение, чтобы изучить какое-то место в прошлом, или коллекцию исторических изображений, чтобы увидеть более подробно, как что-то изменялось в пространстве и времени.

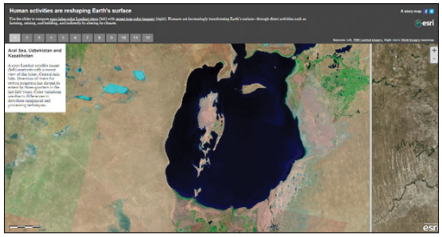
Чикаго до Великого пожара – через подзорную трубу.



«Как выглядел город Чикаго (шт. Иллинойс, США) до Великого чикагского пожара?» – при помощи исторических снимков журналисты Смитсониан *пытаются понять, как город менялся в пространстве и времени. Читателям онлайн-версии преподносят встроенную карту-историю, в которой они могут сравнить карманную карту 1868 года с современными аэрофотоснимками. Инструмент «лупа» использован для сравнения двух карт. Исследуйте береговую линию и посмотрите, как новые земли создавались на пожарище старого города.*

Организация коллекций изображений и исторических карт с привязкой ко времени в мозаики предоставляет особенно полезный инструмент для сравнения исторических ландшафтов друг с другом и с их современным состоянием.

Потеря воды Аральским морем



Аральское море некогда было одним из крупнейших озёр в мире, но начиная с 1960-х гг. оно постепенно пересыхало, так ка вода из впадавших в него рек активно разбиралась на орошение хлопковых полей. На снимках Landsat 1990-го года (слева) и 2015-го года (справа) видно, что за последние десятилетия это солёное озеро в Центральной Азии существенно уменьшилось в размерах. Сегодня площадь озера составляет лишь около 10% от исходного размера.

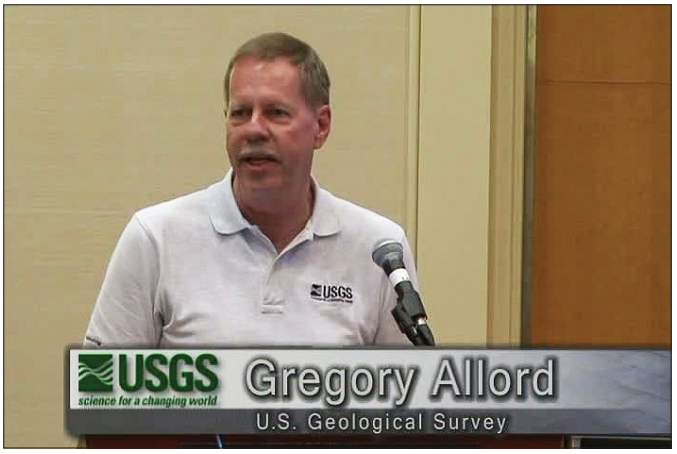
Слово профессионалу: Грег Эллорд

Исторические карты открывают окно в прошлое и контекст для будущего

На протяжении многих лет работы в Геологической службе США (USGS), я имел счастье поддерживать, наблюдать, и проникнуться глубоким уважением к работе квалифицированных геологов, гидрологов, инженеров, специалистов по качеству воды, иллюстраторов, редакторов и картографов. Причём это относится и к искусству и точности картографов в эпоху печатных СМИ, к описательной науке и к географическому экстенту, содержанию карт и публикациям, которые наши команды создавали, адресуя широкому кругу читателей.

Организации, занимающиеся изучением окружающей среды, науки и культуры Соединенных Штатов, существовали в течение многих десятилетий, некоторые были основаны еще в первые годы существования этой страны. В Геологической службе США накоплены результаты исследований геологических, топографических, гидрологических и биологических ресурсов за 136 лет. Я горжусь, что имел честь здесь работать. В USGS произошёл переход от ручных методов работы к периоду цифровых исследований; а теперь реализована возможность публикации материалов цифровой картографии.

Библиотекари нас научили, что недостаточно просто собрать на складе коллекцию печатных материалов; они должна быть каталогизированы и сохранены. Эффективный процесс сохранения включает снятие цифровой копии с оригинала. Традиционные бумажные карты и отчеты, в частности, от этого только выигрывают. Результат: более 130 тысяч научных публикаций USGS можно получить по адресу http://pubs.er.usgs.gov, и приблизительно 175 тысяч топографических карт доступны по адресу http://nationalmap.gov/historical/index.html или используются в ArcGIS Online. Более того, это не только даёт возможность исследователям и ученым использовать эти карты и документы, но и позволяет более широкой аудитории оценить и принять их красоту и значимость.



Вышедший на пенсию картограф USGS Грегори Эллорд добился того, что более 175 тысяч листов топографических карт Геологической службы США отсканированы и привязаны, а теперь в формате файлов GeoPDF свободно доступны как внутри USGS, так онлайн и для широкой общественности.

Исторические карты Геологической службы США и другие агентств не просто обеспечивают доступ к старым данным, но и дают контекст для будущего. Невозможно предсказать, кто и как будет использовать эту информацию, но доступность архива исторических карт через ArcGIS Online и Living Атлас дает всему миру возможность лучше понять прошлое, управлять настоящим и планировать и делиться планами на будущее.

См. коллекцию исторических карт

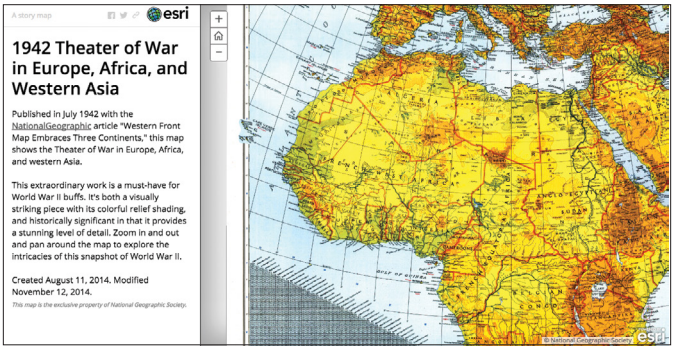
Коллекции исторических карт

Исторические карты добавляют в ГИС важное измерение. Они вносят ясность и показывают, как наш мир выглядел в прошлом. Они говорят о возможностях для мест, в которых мы больше никогда не побываем – только при помощи карт. Они дают среду для сравнения современности и прошлого, а также и для будущего. Очень важно, что исторические карты можно интегрировать с картами и информацией о современном мире. Например, их можно добавить как новые слои в вашу ГИС. Это можно сделать, если отсканировать старую бумажную карту и присвоить ей пространственную привязку. Получится новый растровый слой, дающий в ГИС гигантские возможности для различных приложений.

Африка, 1787 год

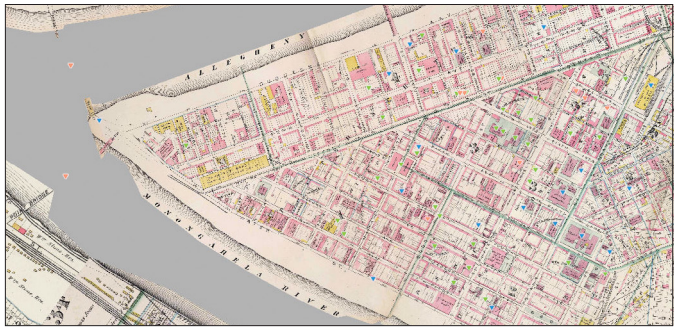
Карта Африки со всеми государствами, королевствами, республиками, регионами и островами, по состоянию на 1787 год. В этой интересной работе показаны многие интересные местности и границы государств, которых больше не существует.

Театр военных действий, 1942 год



На опубликованной в 1942 году в журнале National Geographic *карте показан театр военных действий в Европе, Африке и западной Азии. Она сопровождалась статьёй «Западный фронт охватил три континента».*

Карта Питсбурга с просмотром исторических достопримечательностей



Этот сайт изучает историю и бурный рост Питсбурга (шт. Пенсильвания, США) за последние 150 лет. Для перехода между годами используйте бегунок времени, или выберите отдельный слой.

Коллекция исторических карт Дэвида Рамни

Сайт, на котором можно изучить необыкновенную коллекцию исторических карт Дэвида Рамни. Коллекция состоит из более 67 тысяч исторических карт.

Landsat как машина времени

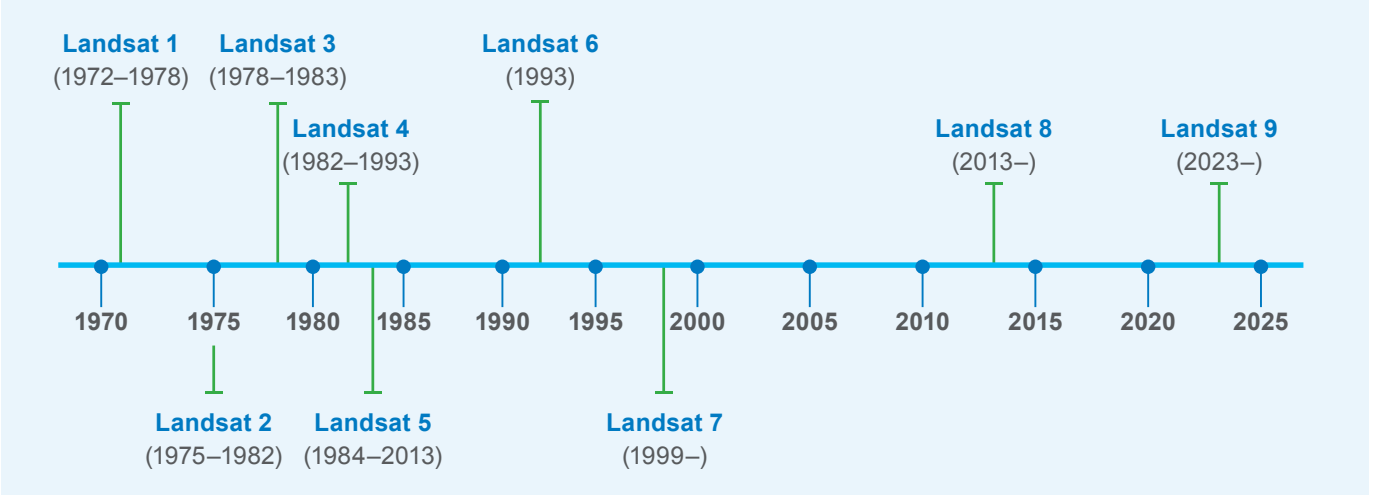
Первые спутники для непрерывных глобальных наблюдений

Landsat видит Землю уникальным образом. Он снимает все местоположения на земной поверхности, раскрывая все секреты, от уничтожения лесов и тенденций сельского хозяйства до вулканической деятельности и разрастания городов. Программа Landsat началась с самых первых сенсоров в 1970-х гг., и продолжается в настоящее время миссией Landsat 8. Так как любой участок на Земле снимается каждые несколько недель, это позволяет нам наблюдать и анализировать, как места меняются со временем.

Снимки публикуются для всех

Геологическая служба США координирует программу данных Landsat и делает снимки общедоступными. Эта коллекция непрерывно обновляется новыми сценами с различных сенсоров Landsat уже более сорока лет; в результате получился потрясающий ресурс с историческими снимками Земли.

Новые сцены Landsat собираются ежедневно. По мере генерирования новых сцен, их добавляют в динамически растущую мозаику, состоящую уже из миллионов сцен Landsat в общедоступной базе данных, предоставляя крайне важную информацию для исторических сопоставлений.



Всё нанести на карту, измерить и отследить

После запуска программы Landsat различные правительственные организации по всему миру стали запускать собственные миссии, например MODIS, программа Европейского космического агентства Copernicus с последней парой спутников Sentinel-2 и многие другие, для сбора и публикации космических снимков и наблюдений за Землёй. Регулярно запускаются новые миссии, предоставляющие растущую коллекцию временных рядов наблюдений за Землёй из космоса – планетарный макроскоп.

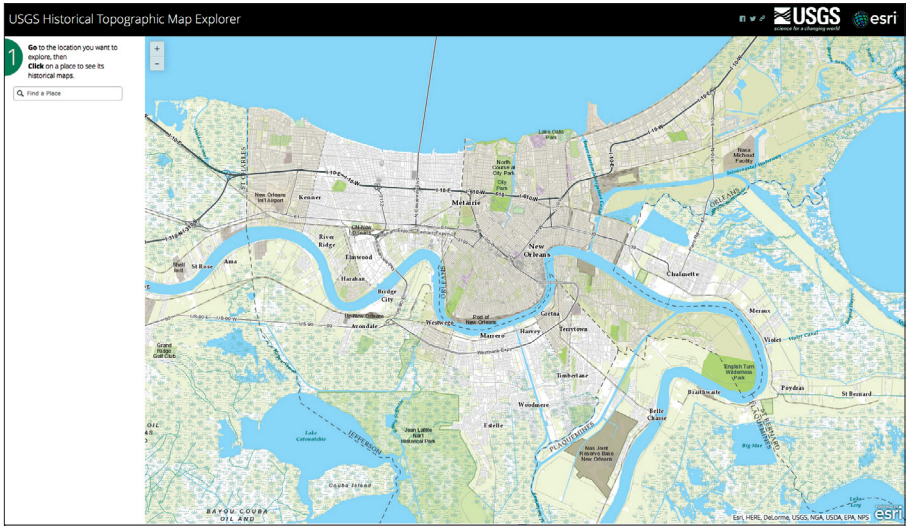
Мозаики исторических карт

Коллекции легко компилировать

Многие карты по своей сути одиночны, иные принадлежат к большой серии или коллекции карт. Серия топографических карт геологической службы США, серия карт наводнения, серия карт для страховой компании, аэрофотосъёмка определённых миссий в прошлом, историческая коллекция Дэвида Рамни, копилка исторических карт журнала *National Geographic* – всё это примеры коллекций карт, которые можно использовать, чтобы обогатить вашу ГИС.

Полезный подход для организации и предоставления доступа к большим коллекциям исторических карт заключается в построении мозаики изображений. Свойства каждой карты – название, дата создания, пространственная привязка и т.д. – записываются как атрибуты и используются для создания бесшовного набора данных мозаики. Мозаики помогают привнести всю коллекцию карт в вашу ГИС, работая в многочисленных приложениях для разнообразных целей.

Вьюер исторических топографических карт USGS



Найдите или переместитесь к интересующей вас области и щёлкните карту, чтобы увидеть всю временную шкалу попадающих на эту местность карт. Затем щёлкните любую карту, чтобы её отобразить и начать исследовать.

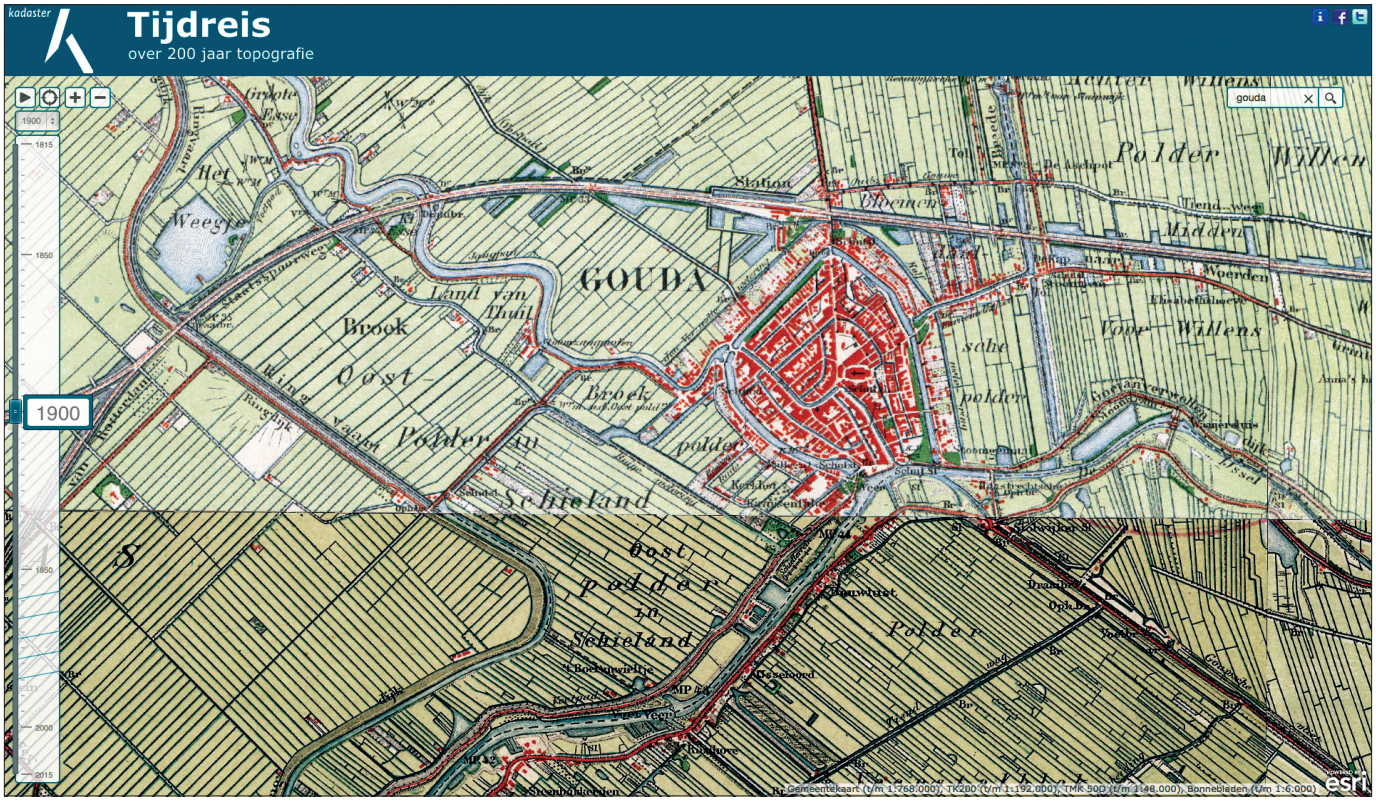
Коллекция топографических карт Геологической службы США включает все масштабы и все издания – более 175 тысяч топографических карт, опубликованных после её основания в 1882 году.

Используйте бегунок, чтобы изменять прозрачность различных исторических карт. Щёлкните правой кнопкой мыши карту, чтобы её загрузить или поделиться со своими друзьями и коллегами.

Двести лет топографии Нидерландов

Создано и опубликовано Нидерландским картографическим агентством

Нидерландское национальное картографическое агентство построило серию предварительно кэшированных карт в различных масштабах (причём на каждый год) для территории всей страны, сшив вместе обширную коллекцию исторических топографических карт. Это великолепное картографическое сокровище нидерландского народа и всех любителей Нидерландов.



История непревзойдённого картографического мастерства голландцев. В данном инновационном приложении в едином интерфейсе собраны карты за последние 200 лет; их можно сравнивать, просто переключая время с левой стороны. Используйте колесико мыши для изменения масштаба карты.

Анализ событий

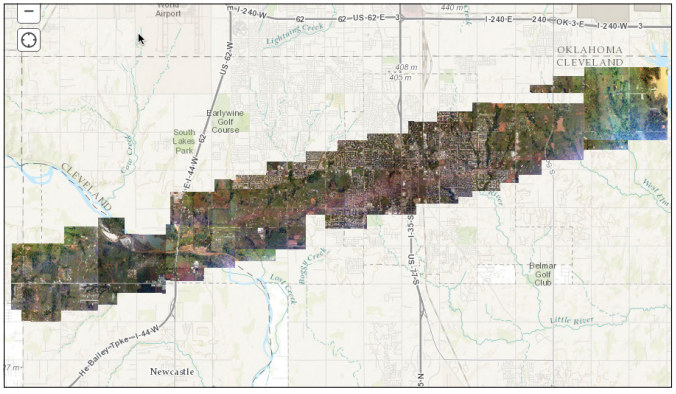
В нужное время в нужном месте

Пользователи ГИС стремятся понять результаты события, сравнивая самую последнюю ситуацию и предыдущее состояние на несколько дней или часов назад. Общие области применения изображений в близком к реальному времени включают: координацию реагирования на чрезвычайные ситуации, проведение оценки ущерба, мониторинг лесов и сельского хозяйства, ведение военных действий и многое другое.

Термин «почти в реальном времени» относится ко времени в интервале от непосредственно перед действием или событием и до двух-трех дней после того, как действие или событие произошло. Этот временной интервал часто описывается как либо в режиме реального времени или близком к реальному времени, в зависимости от того, насколько близко или далеко (во временном выражении) вы от события, на которое реагируют люди.

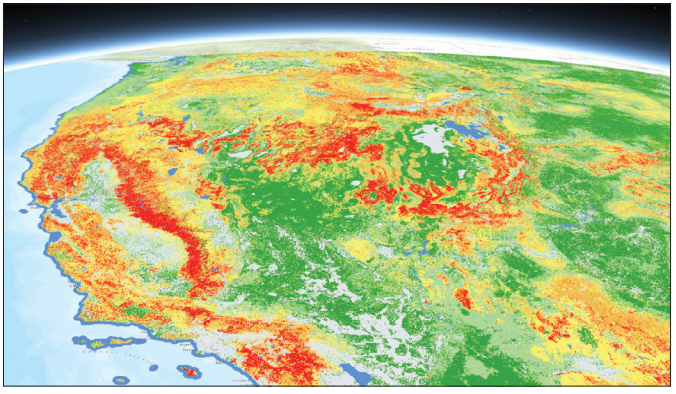
При рассмотрении снимков, зависящих от событий, важно определить, насколько часто необходимо наблюдать условия, влияющие на событие. Во время урагана, часто получать изображения территории полезно, чтобы обнаруживать тончайшие изменения направления и скорости ветра. Иными словами, возможность рассматривать на ситуацию в определенном местоположении может существенно помочь в принятии мер для защиты жизни и имущества. ГИС-аналитики в таких ситуациях стараются получать информацию как можно чаще, так как своевременные решения будут более эффективными.

Подготовка и принятие мер в случае ЧС



В конце концов, эти изображения почти в реальном времени перегоняют в полезную информацию в ГИС. В этом примере снимок торнадо, обрушившегося на город Мур (шт. Оклахома, США) в 2013 году, в шестидюймовом разрешении в тот же день был получен и опубликован в Интернете как для служб ЧС, так и граждан.

Прогнозирование территорий, которым угрожают лесные пожары

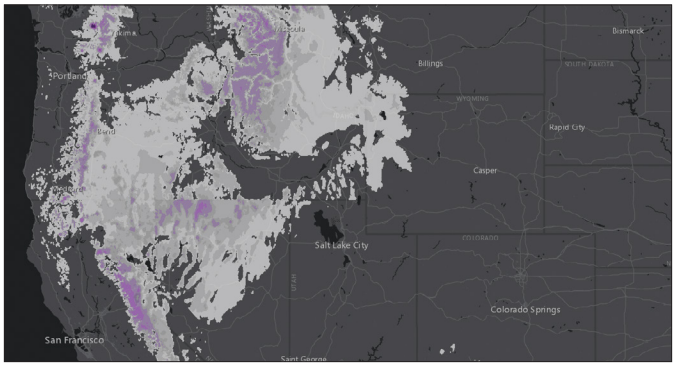


Данная карта была разработана Лесной службой США и Институтом моделирования пожаров, чтобы помочь оценить риск возникновения лесных пожаров и расставить приоритеты в распределении топлива по территории. На карте показаны относительный потенциал возникновения тех лесных пожаров, которые будет трудно сдержать.

Прогнозы погоды в ГИС

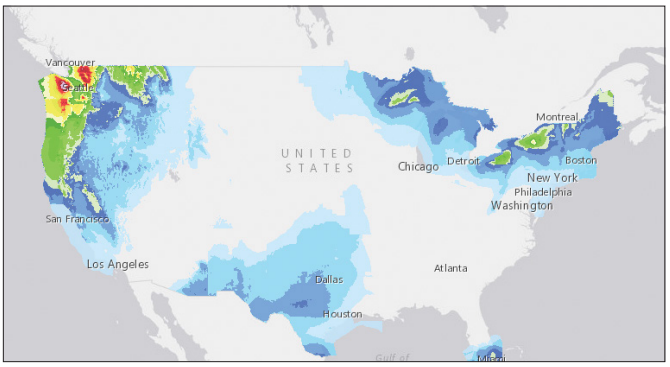
Когда метеорологи смотрят на спутниковые снимки, они видят больше, чем просто текущую погоду. Они также вглядываются в предстоящую погоду. Метеорологи могут анализировать текущие условия и прогнозировать, что будет дальше.

Карта прогноза снежного покрова



На этой карте показан новейший прогноз снежного покрова в США от NOAA. Она разработана для ответа на вопрос: Когда, где и сколько снега выпадет в ближайшие два дня?

Прогноз выпадения осадков в США

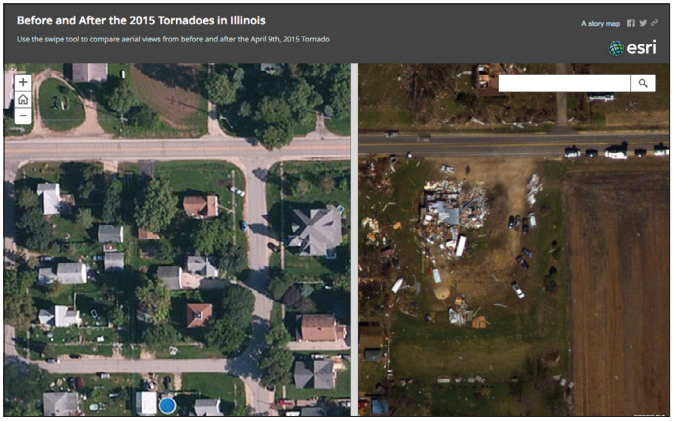


Данная карта показывает прогноз выпадения осадков на ближайшие 72 часа Данные ежечасно обновляются из Национальной цифровой базы данных прогнозов, производимой Национальной метеорологической службой. Набор данных включает инкрементные и накопительные данные об осадках с 6-часовым интервалом.

Эффективное документирование неблагоприятных погодных условий

Последствия урагана Катрина, самого разрушительного в истории США, пришлось десять лет ликвидировать по всему региону. Было затоплено восемьдесят процентов территории Нового Орлеана. Щёлкните вкладку Flooding (затопление), чтобы увидеть сцены для Нового Орлеана до и после наводнения.

До и после торнадо 2015 года в Иллинойсе

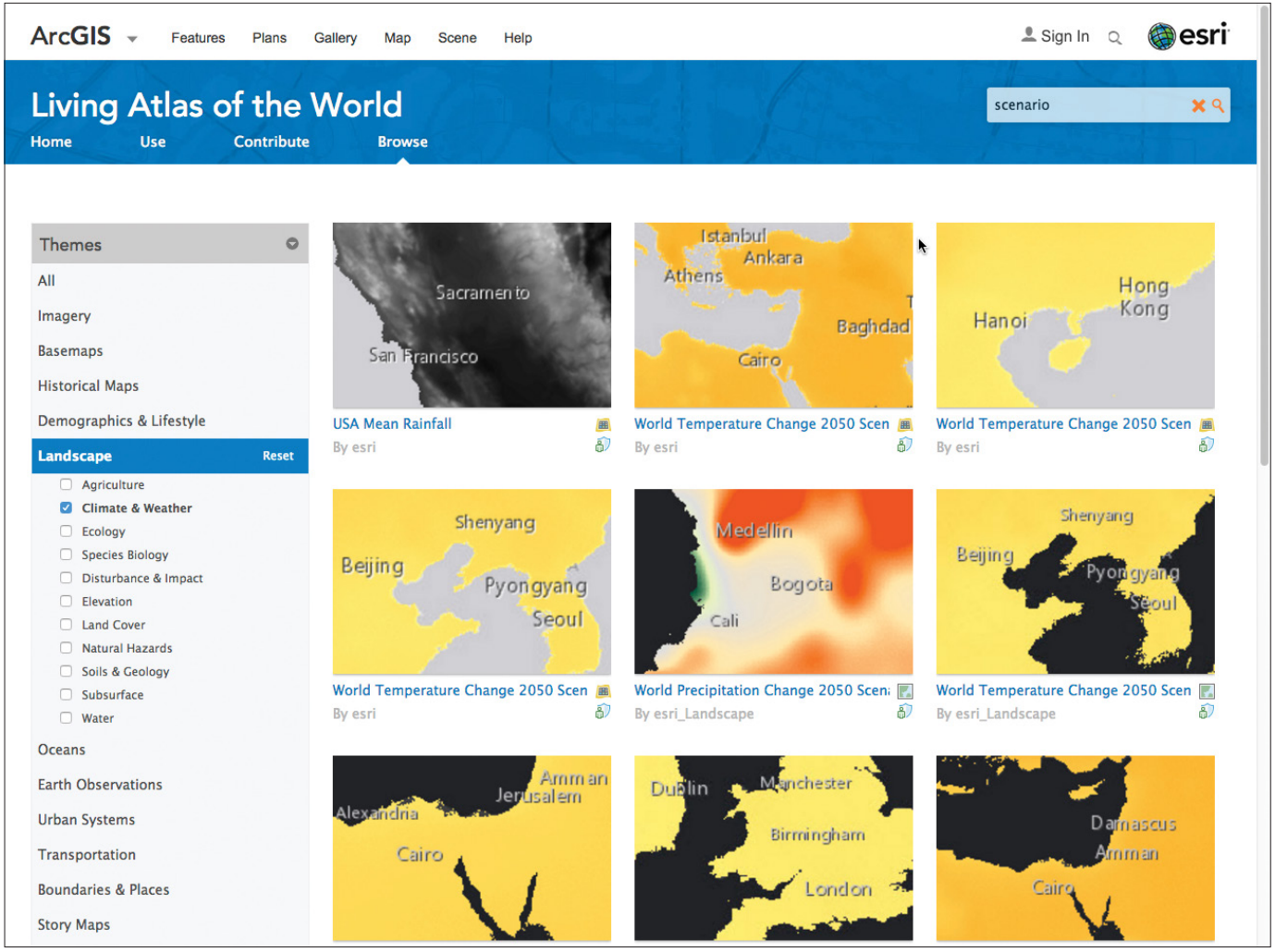


В этой карте-истории используйте инструмент «шторка», чтобы увидеть, к каким разрушительным последствиям привёл торнадо, обрушившийся 9 апреля 2015 года на город Фейрдейл (шт. Иллинойс, США).

Снимки помогают увидеть будущее

Для будущих сценариев, таких как изменение климата или повышение уровня моря, эффективная реакция начинается в настоящем – задолго до того, как что-то произойдёт и грянут последствия. ГИС делает возможным запускать сложные модели отдалённого будущего, позволяя нам лучше понять возможные последствия.

Прогнозирование климата и погоды



Системные слои ландшафтов, составляющие основу информации о природных ресурсах в Living Atlas, включают ряд карт прогнозов погоды. Доступ к ним можно получить онлайн, в галерее Climate & Weather (погода и климат).

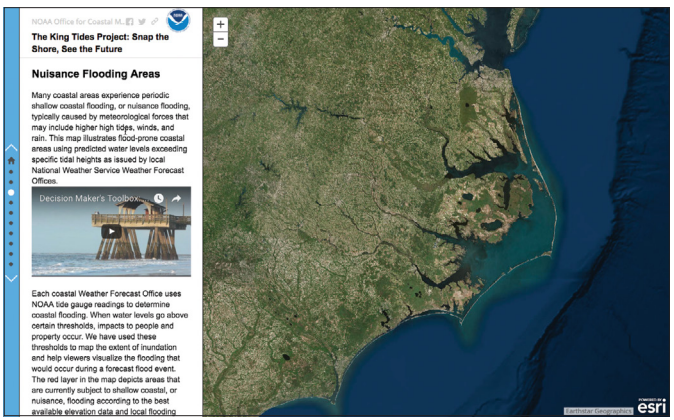
Изучение динамического мира

Нет сомнений, что планета стремительно меняется. Люди, рожденные в двадцать первом столетии, будут испытывать более динамичное изменение в течение более короткого периода времени, чем испытывали, по крайней мере, последние несколько десятков поколений. Изображения и ГИС помогают людям понять и поделиться тем, какие это могут быть последствия и как мы могли бы смягчить ситуацию.

Атлас меняющейся планеты

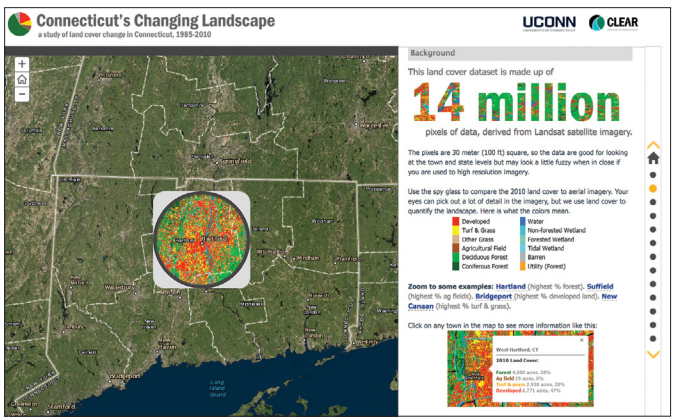
Наша планета динамична. Эта карта-история дает возможность исследовать и лучше понять многие из динамических аспектов нашего постоянно меняющегося мира. Она иллюстрирует аналитическую и описательную мощь прикладных изображений, как она интегрирована с другой географической информацией для иллюстрации планетарных изменений.

Проект королевских приливов: заглянуть в будущее



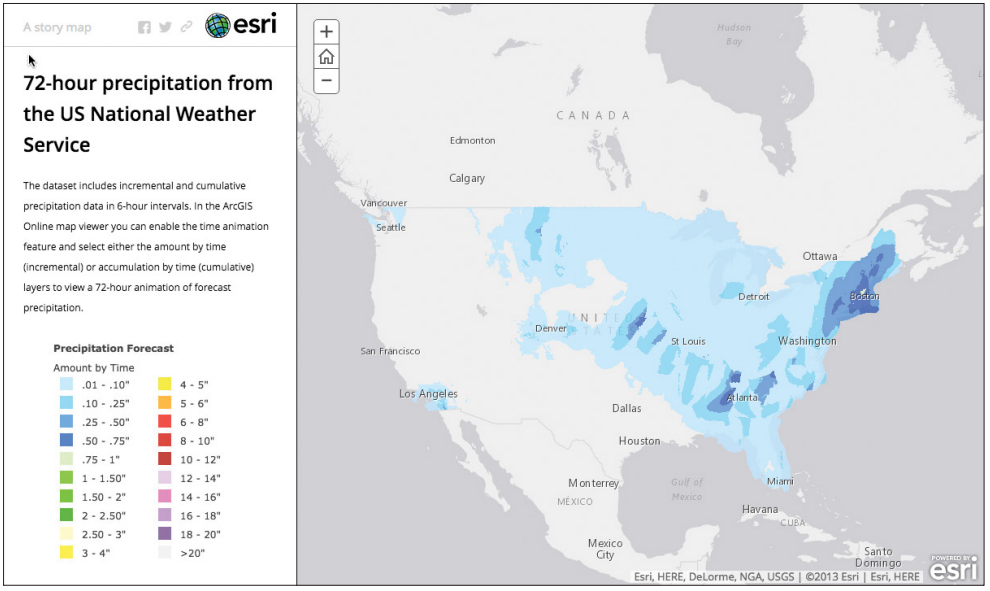
Королевские приливы – это самые высокие приливы в году, возникающие когда солнце и луна находятся ближе всего к Земле, создавая большее гравитационное притяжение воды в океане. Ученые захватывают изображения, чтобы помочь определить, какой будет в будущем уровень моря и что находится в зоне риска в случае от повышения уровня моря под влиянием королевских приливов и отливов.

Изменяющиеся ландшафты Коннектикута



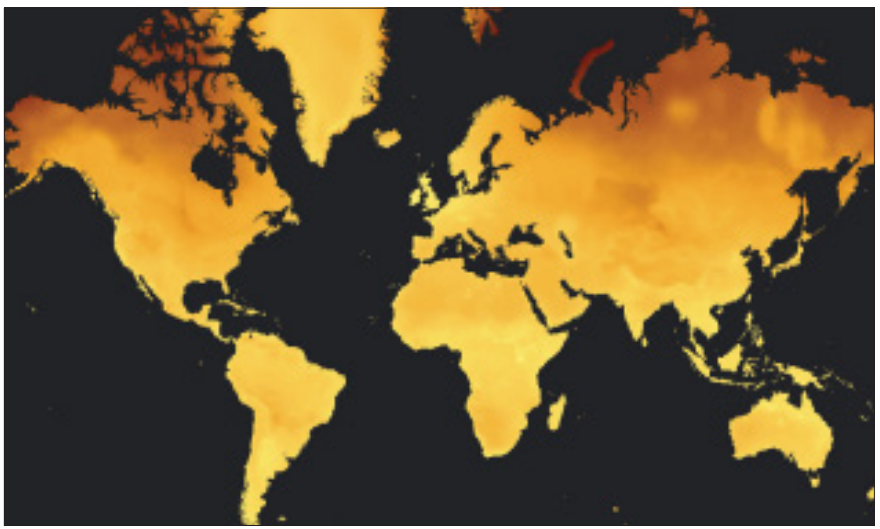
В Университете Коннектикута используют снимки дистанционного зондирования, чтобы оценить и понять, какие произошли изменения в землепользовании за 25 лет, с 1985 по 2010 гг.

Прогнозы на будущее



Набор данных для этой карты включает инкрементные и накопительные данные об осадках с 6-часовым интервалом. На этой карте ArcGIS Online можно включить анимацию времени и выбрать либо количество времени (инкрементные) либо суммарные по времени (кумулятивные) слои, чтобы просмотреть 72-часовую анимацию прогноза выпадения осадков.

Планирование для будущих поколений



ГИС позволяет запускать сложные модели временных рядов, которые моделируют будущие условия, предоставляя возможность предвидеть будущие тенденции, например изменения климата. Эта карта прогнозирует изменение среднегодовой температуры к 2050 году.

Практический пример: подъём уровня моря по данным Национальной метеорологической службы

Какой станет в будущем уровень моря нашей планеты – зависит от решений, которые еще предстоит принять, и в настоящее время это невозможно предсказать. Однако, уже можно уверенно сказать, что произойдет в течение следующих 100 лет: уровень моря поднимется не меньше чем на метр, даже если мы завтра перестанем выделять углекислый газ, а на целых два метра, если мы такими же темпами будем продолжать увеличивать выбросы. Чтобы инженерам, городским властям и всем заинтересованным гражданам стало понятнее, что это означает для их окрестностей, Национальное управление океанических и атмосферных исследований США разработало вьюер для просмотра влияния на подъём уровня моря, прогнозирующий, как будут выглядеть побережья страны по мере подъёма океана.

Фултон-Стрит (Манхэттен, Нью-Йорк) после подъёма уровня моря на 1 м 80 см.

При подъёме уровня моря на 1 м 20 см Монмут-Бич (шт. Нью-Джерси, США) будет разорён.

Этот вьюер данные даёт чиновникам, учёным и обычным гражданам общее понимание того, как может подняться уровень моря и какие территории подвергнутся наводнениям. Во вьюер встроен инструментарий, использующий подходящие для уровня страны данные и аналитику. С данными и картами можно взаимодействовать на нескольких уровнях масштабов, что поможет лучше понять тенденции и начать формулировать возможные ответные меры для различных сценариев. Бегунок позволяет представить, как различные местоположения будут выглядеть при подъёме уровня моря на один, два и вплоть до шести футов.

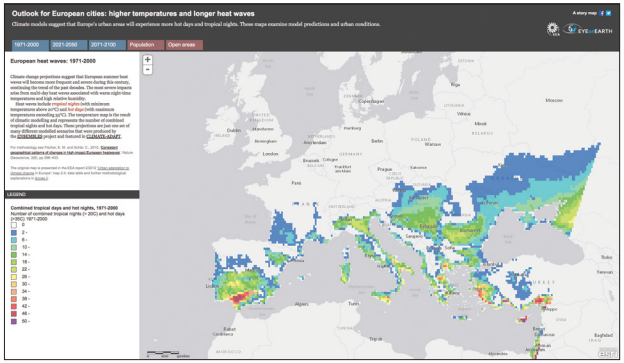
Вкладки позволяют переключить карту между снимками в естественных цветах и слоями с классификацией землепользования и социо-экономическими опасностями, что даёт визуальный контекст, а не просто картинку какие здания зальёт водой. Данное приложение даже прогнозирует как будет меняться почвенно-растительный покров в процессе подъёма уровня моря, делая особый упор на возникновение болот.

Быстрый старт

Вдохновитесь этими примерами проблем реального мира, изученными при помощи исторических изображений.

Изучение проектов климатических изменений для европейских городов

Проекты климатических изменений предполагают, что летом в Европе уже в этом веке периоды жары станут чаще и суровее, продолжая тенденции последних десятилетий. Особенно опасна дневная жара в сочетании с тёплыми ночами и относительно высокой влажностью воздуха.

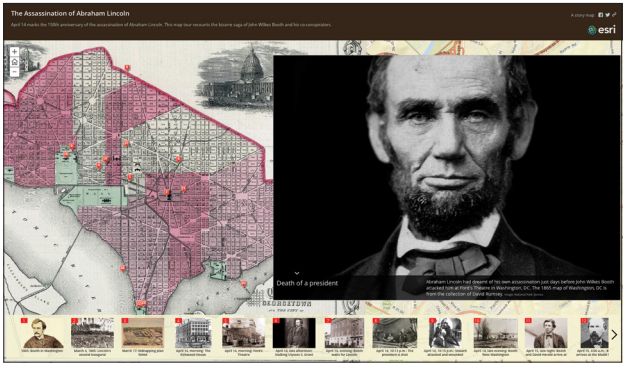


Изучите снимки до и после землетрясения в Катманду в апреле 2015 года

25 апреля в Непале случилось ужасное землетрясение. На космических снимках, запечатлевших Катманду через 2 дня после землетрясения, видно, насколько сильны повреждения в столице Непала.

См. как карты и снимки рассказывают историю смерти Авраама Линкольна

В апреле 2015 года отмечают 150-летнюю годовщину убийства Авраама Линкольна. В этом туре по карте благодаря историческим картам и снимкам восстановлены действия Джона Уилкса Бута и его сообщников.



Урок Learn ArcGIS

Визуализация изменений Земной поверхности в приложениях с поддержкой времени

За последние 40 лет в Таиланде произошли огромные сдвиги в землепользовании в связи с бумом в индустрии аквакультуры. Масштабное затопления земель для создания креветочных ферм воздействовало на чувствительные экосистемы по всей стране, но особенно вдоль побережья. Представьте себе, что Вы – ГИС-аналитик в некоммерческой организации, занимающейся охраной окружающей среды и устойчивым развитием, и Вам надо подобрать исторические снимки Landsat на территорию провинции Самутсонгкхрам к югу от Бангкока, чтобы подготовить визуальный отчёт о произошедших со временем изменениях. Ваша презентация будет представлена благотворителям и инвесторам, чтобы получить финансирование и привлечь их к восстановлению прибрежных экосистем.

На этом уроке вы построите презентацию, показывающую, на какие районы провинции Самутсонгкхрам следует нацелить природоохранную деятельность. Вы добудете из архива Landsat в Living Atlas по одному снимку на всю изучаемую территорию на каждые 10 лет, начиная с 1970-х гг. Получив снимки, надо будет проанализировать доступные спектрозональные данные, выделяющие растительность, земную поверхность и воду. Далее вы настроите инструмент анимации во времени в ArcGIS Online и, чтобы опубликовать свои наблюдения, построите настраиваемое приложение с поддержкой времени.

Начать урок

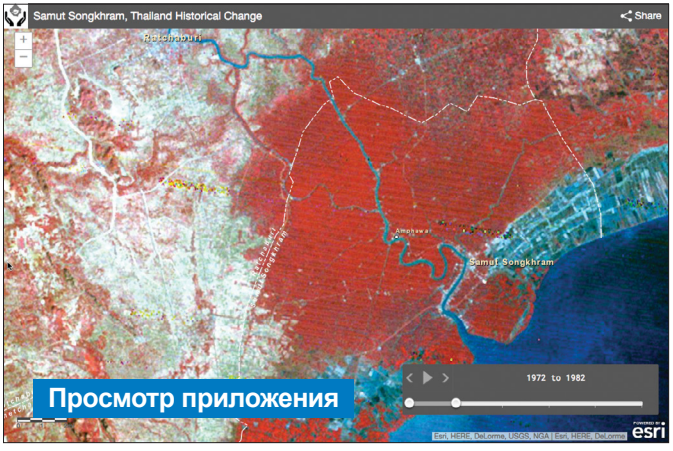
Esri.com/imagerybook/Chapter7_Lesson

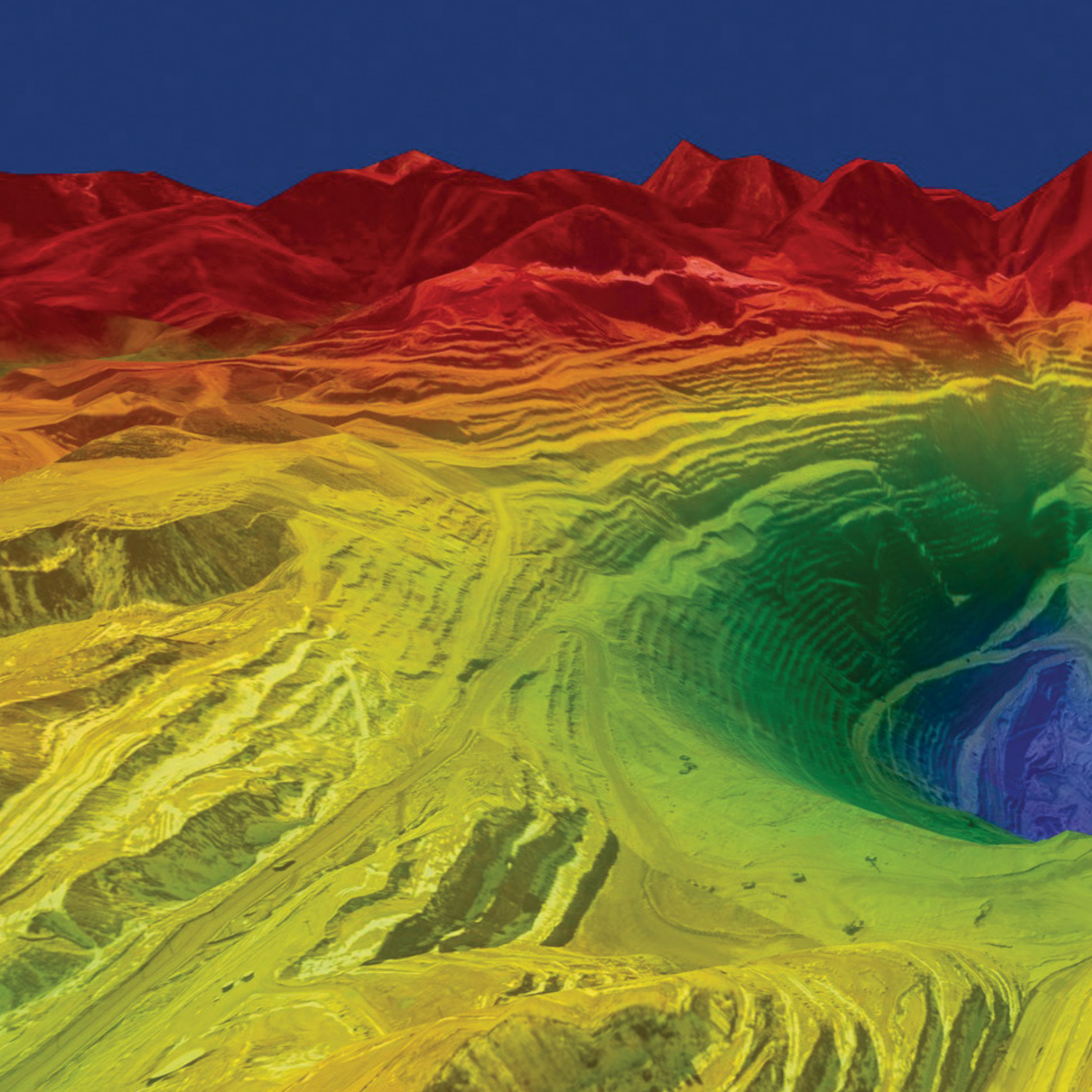
Основано на знаниях в этих областях:

- Добавление снимков Landsat на карту
- Включение и настройка анимации времени
- Фильтрация исторических спутниковых снимков
- Изменение комбинаций каналов
- Создание и публикация приложений с поддержкой времени

Что необходимо:

- Права администратора или издателя в организации ArcGIS Online
- Предполагаемое время: 40 минут





08

Очень Большие данные

Управление данными изображений – большая проблема больших данных

Изображения – это большие данные, которые всегда вызывали сложности у пользователей ГИС. На первых порах для решения проблем, вызванных серьёзными ограничениями обработки и хранения данных, использовались различные подходы. Это был результат огромных объёмов данных и скорости, с которой можно было получать изображения. Лишь недавно, благодаря новым облачным вычислительным архитектурам, а также новым возможностям программного обеспечения ГИС, появились системы, способные использовать массивные возможности, предоставляемые объемами изображений.

Изображения – это большие данные

Речь идёт о глубине и ширине географии и времени

Практически 80 процентов данных в мире можно нанести на карту как слои данных в ГИС. Это относится к снимкам и информации дистанционного зондирования, огромному массиву векторных слоев, описательным и табличным базам данных, видео, коллекциям в режиме реального времени и историческим, данным с сенсоров и массивным облакам точек наблюдений. Удивительно, что подавляющее большая часть этих данных поступает из снимков и источников данных дистанционного зондирования (например, показанные здесь данные Landsat). При современном уровне развития веб-и облачных вычислений, ГИС-информация в мире становится все более общедоступной.

Мы все пользуемся общей «мировой ГИС».

Каждый день в созвездии спутниковых карт, наблюдений и измерений нашей планеты создаётся огромное количество данных. Эта карта показывает относительный объем снимков, собранных в архив за первые 112 дней миссии Landsat 7. Хотя миссия недавно стартовала, некоторые тенденции уже формируются. Соединенные Штаты Америки (включая Аляску) довольно зеленые, потому что использовалась любая возможность получить снимок. Северная Африка в основном пустынна и показана красным из-за низкого спроса на снимки. Северная Азия в основном красный и желтый из-за ограничений записей в календаре приобретений Landsat 7.

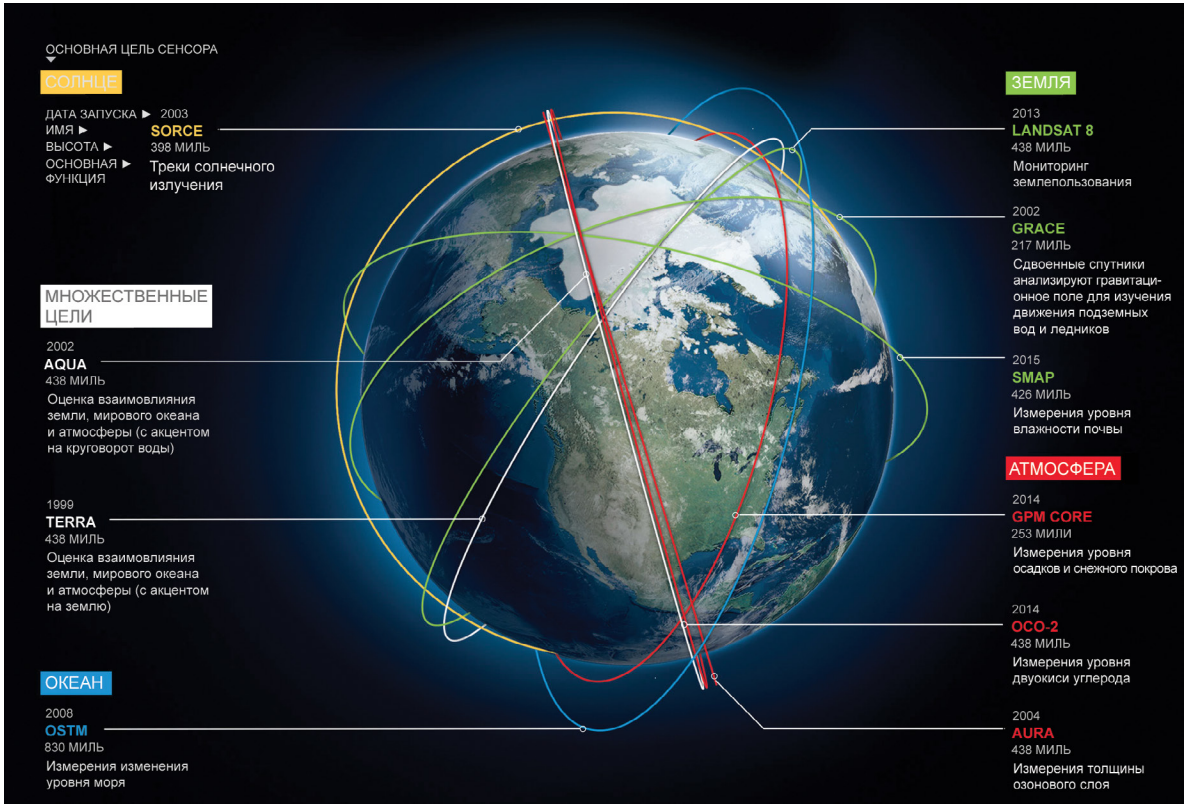
Зондирование планеты

Основательная информация собирается на небе

В течение многих десятилетий Земля контролировалась и наблюдалась с неба; её все больше и больше измеряют, зондируют и фотографируют тысячами сенсоров, установленных на спутниках, самолетах и беспилотных летательных аппаратах. И темпы этой деятельности по сбору данных постоянно увеличиваются. Одним только NASA ведётся 19 различных миссий наблюдения за Землёй (10 из которых здесь описаны).

Совокупность технологий поставляет снимки в потоковом режиме. Петабайты наблюдений и научных измерений собираются, загружаются и задействуются в работе в виде изображений в ГИС-системах по всему миру.

И это постоянно растет.



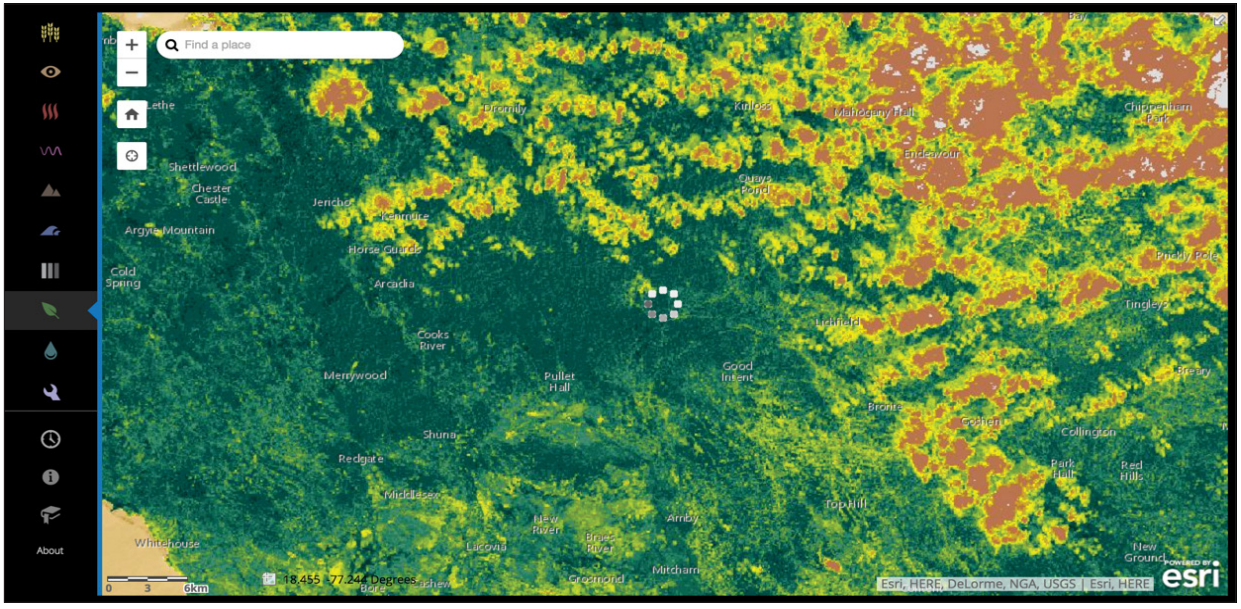
Ежедневно огромные объёмы изображений и данных дистанционного зондирования собираются и задействуются в работе ГИС-систем по всему миру.

Облако всё меняет

Облачные вычисления позволяют выдавать изображения по запросу

В последнее время вычислительный ландшафт пережил радикальные преобразования, по причине появления и быстрого распространения облачных вычислений и революционных приложений для смартфонов. Канули в Лету трудности и ограниченность инвестиций, необходимых для установки и поддержки серверов с высокой пропускной способностью в рамках вашей организации, чтобы управлять снимками и большими данными. Благодаря облачным вычислениям теперь вы можете нажать кнопку и получить новый облачный сервер, на котором по мере необходимости можете развернуть обработку своих данных.

Одним из выдающихся достижений больших данных стало то, как ArcGIS напрямую подключается и взаимодействует с огромным авторитетным, коллективным ГИС-хранилищем изображений. Новая парадигма веб-ГИС позволяет работать с географической информацией, вместе со всеми другими географическими слоями, используя онлайн, облачную платформу ArcGIS. Облачные вычисления включают массивное хранение и гибкость вычислений для данных, которые могут расширяться, чтобы удовлетворить ваши вычислительные потребности. Это предоставляет инструменты для использования и интеграции больших данных по требованию.

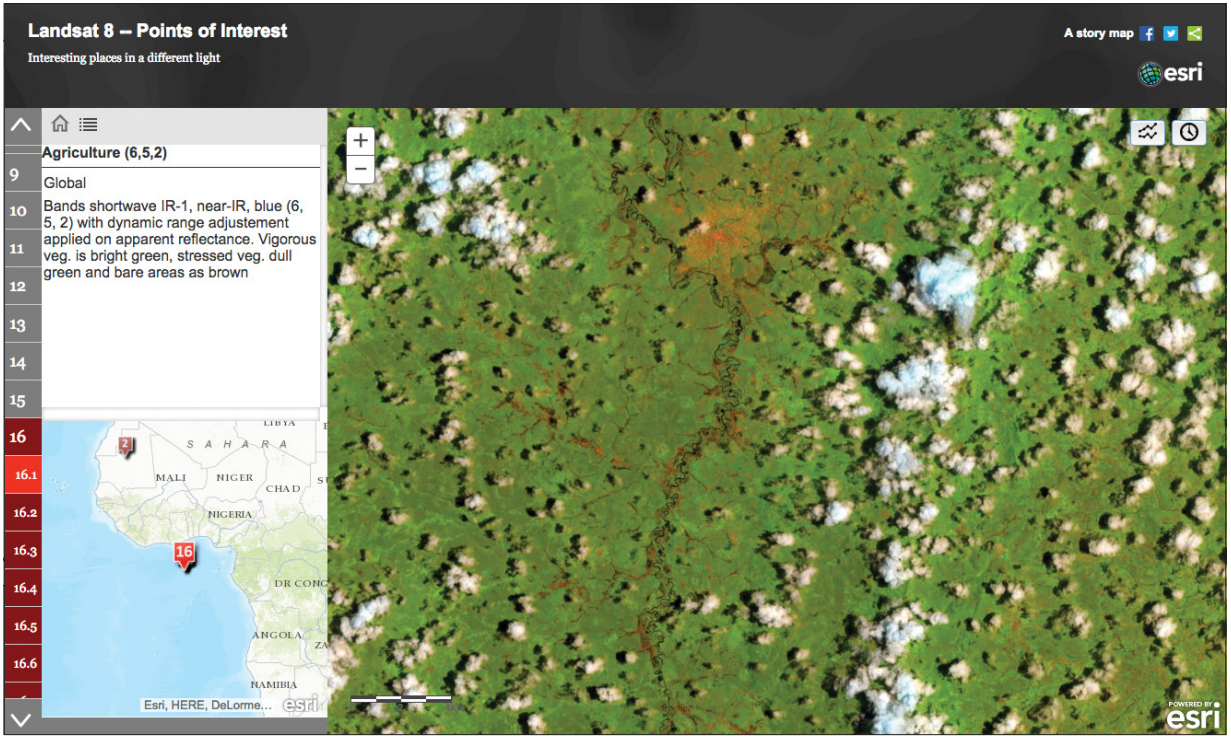


За последние четыре десятилетия Landsat накопил петабайты данных с более четырёх миллионов сцен и мест. Любое место на Земле фотографируется приблизительно каждые 16 дней. Архив Landsat недавно развернули в Интернете, и попасть туда можно буквально за один щелчок мышкой. В данном приложении используйте значки на левой панели, чтобы переключаться между различными комбинациями спектральных каналов. Некоторые из них представляют готовые комбинации каналов и индексы. ArcGIS автоматически приближает изображение к текущему виду, поэтому можно увеличивать, уменьшать и перемещать изображение. Также можно использовать инструмент времени (значок с часами), чтобы изучать доступные для интересующей вас области периоды времени.

Практический пример: AWS Landsat
Амбициозная программа для публикации данных Landsat

В 2015 компания Amazon изменила правила игры для спутниковых изображений, объявив о доступности снимков Landsat изображений на известной собственной платформе облачных вычислений Amazon Web Services (AWS). В рамках этой программы Amazon будет содержать один петабайт снимков Landsat.

Все сцены Landsat 8 стали доступны для 2015 и 2016 годов, наряду с некоторыми сценами от 2013 и 2014 гг. Все новые сцены Landsat 8 становятся доступны ежедневно, порой через несколько часов после съёмки. Благодаря AWS данные Landsat 8 стали общедоступны посредством Amazon S3 и обслуживаться на ArcGIS, причём для всех, кто может использовать компьютерные ресурсы ArcGIS по требованию для выполнения анализа и создания новых продуктов, без необходимости беспокоиться о стоимости хранения данных Landsat или времени, необходимом для их загрузки.



Данная карта-история даёт ссылки на интересные местоположения, с использования различных комбинаций каналов снимков Landsat 8. Для каждого местоположения приводится общее описание. Карты динамичны, вы можете переместиться к любому месту на Земле и рассмотреть его при той же комбинации каналов. Эти карты также включают несколько виджетов, которыми можно воспользоваться для выбора определённых сцен из накладывающихся снимков и изучения мира.

С чего всё начиналось

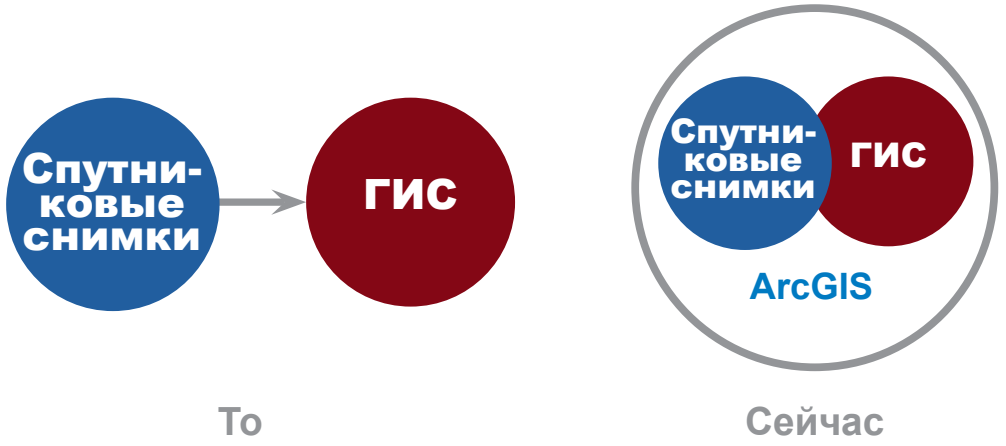
Краткая история ГИС и обработки снимков

В первые годы работа со снимками столкнулась проблемами вычислительной техники, не справлявшейся с огромными объемами данных и непрерывным поступлением новой информации с различных спутников и самолетов. Вплоть до самого недавнего времени, большинство пользователей не имело доступа к достаточным вычислительным мощностям и объёмам хранилищ, чтобы справляться с большими объёмами данных. Кроме того, лишь немногие мощные корпоративные системы были достаточно сильны, чтобы удовлетворить потребности хранения и обработки данных для использования и получения максимальных преимуществ от работы со снимками.

По практическим причинам, большинство ГИС-специалистов и аналитиков разработали различные обходные маневры, чтобы справляться с этими проблемами. Многое продолжается и по сей день.

ГИС отдельно, обработка снимков отдельно

Несмотря на то, что растры представляют собой универсальный тип ГИС-данных, позволяющий применять мощные возможности моделирования и пространственного анализа, системы обработки изображений и ГИС было трудно интегрировать из-за проблемы больших данных. В большинстве случаев системы обработки изображений были отделены от ГИС.



Исторически ГИС и снимки были разделены, но теперь они интегрируются в ArcGIS.

Обработка изображений выполнялась в одной системе, а затем результаты подавались в отдельную ГИС. Во многих случаях, обработка и подготовка изображений осуществлялись отдельными людьми за пределами ГИС организации, а затем возвращалась. Такая нужная возможность обрабатывать и интегрировать несколько слоев на практике была проблематичной.

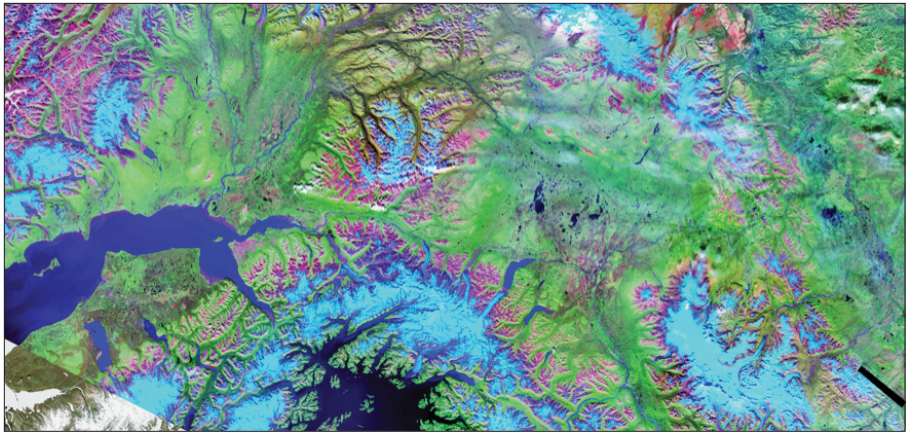
Публикация большинства слоёв снимков происходила в форматах, сжимающих с потерями

Для интеграции огромных объемов информации снимков использовался ряд креативных технологий. Один из часто используемых подходов заключался в сжатии данных изображения и предварительной обработке результатов – например, с помощью сжатия MrSID или JPEG 2000. Это позволяло пользователям ГИС работать со всем объёмом снимков для интересующих территорий. Известно, что многие пользователи до сих пор используют MrSID и JPEG 2000 для публикации специализированных наборов снимков для удаленных сотрудников.

При преобразовании файла изображения в такие форматы сжатия с потерями, как MrSID или JPEG 2000, вы выбрасываете часть данных, не нужную для отображения снимков. Получается новый файл, гораздо меньший по размеру, который проще опубликовать. Тем не менее, потерянные данные могут оказаться нужными для некоторых рабочих процессов анализа изображений.

Проблема с предварительной обработкой и сжатием с потерями заключается в том, что исходные данные необходимы для большинства аналитических операций. Другая проблема – предварительная обработка и сжатие с потерями необратимы и пользователи теряют связь с непрерывным источником данных.

Изображение в естественных цветах на окрестности Фенуэй Парк (г. Бостон, шт. Массачусетс, США) открывает возможность скачивать файлы 30-санитметрового разрешения, предоставленные USGS и MassGIS. Создано с использованием JPEG 2000 со степенью сжатия 16:1.



Эта мозаика в сжатом формате MrSID используется для визуализации и исследований изменений почвенно-растительного покрова, полученного из данных дистанционного зондирования и космических снимков. При сжатии в формат MrSID размеры изображений сжимаются приблизительно как 20:1. Но при этом остаются за кадром исходные каналы изображений, что не позволяет использовать многие возможности аналитики.

ArcGIS поддерживает большие изображения по запросу

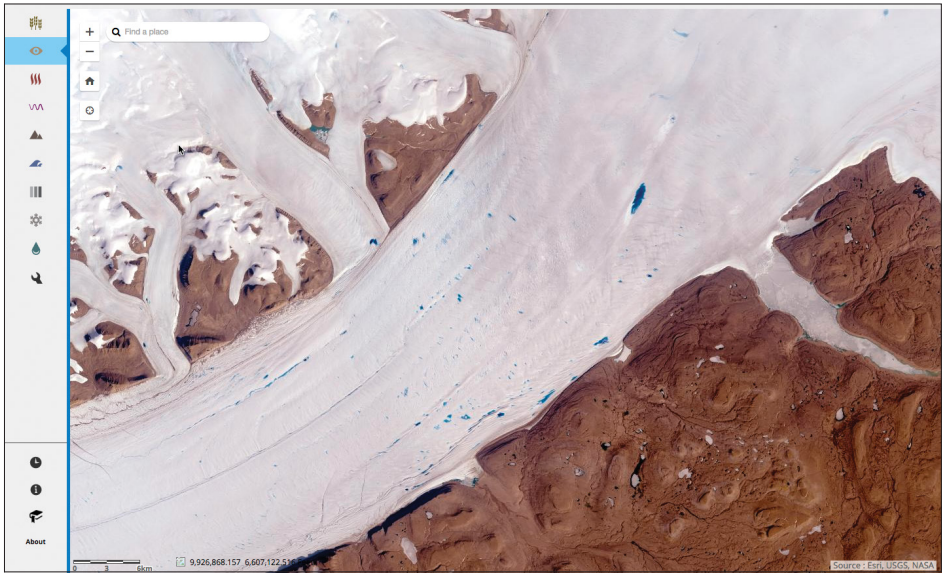
Кульминация революции обработки снимков

Со снимками Земли связан ряд проблем, в том числе как хранить и обрабатывать обширное и динамично растущее число отдельных сцен в пространстве и во времени (стандартная задача: «как обработать четыре миллиона сцен»). Вот краткий обзор некоторых из ключевых возможностей ArcGIS, которые позволяют обработать и выжать максимум из этого «большого изображения».

Вместительное хранилище изображений, использующее наборы данных мозаики

Набор данных мозаики позволяет вам хранить, управлять, использовать и публиковать как маленькие, так и большие коллекции растровых данных и снимков. Набор данных мозаики представляет собой гибкий и масштабируемый способ собрать и использовать коллекцию оригинальных исходных файлов снимков размером от совсем небольших коллекций до огромных массивов. Например, набор данных мозаики может представлять собой небольшую коллекцию из нескольких десятков ортофотопланов, собранных вчера за время пролёта личного беспилотного летательного аппарата. Или (тяжёлый случай) это может быть полный, непрерывный сбор снимков со всего света, например вся коллекция Landsat 8, хранящаяся и доступная в веб-сервисе Amazon или снимки всего мира с Copernicus Sentinel-2. В обоих случаях, ежедневно в коллекции добавляются сотни новых сцен. Мозаики поддерживают гибкое хранение, управление и использование этих сцен как единых коллекций изображений.

Наборы данных мозаики в ArcGIS являются универсальными и эластичными и могут обновляться в любое время. Они обладают способностью обрабатывать и управлять миллионами файлов снимков так, как будто это единый интегрированный набор данных, при этом добавляя туда текущие обновления и дополнения по мере того, как спутники постоянно собирают дополнительные сцены. Наборы данных мозаики всегда доступны и готовы к любым вашим запросам. Это очень важно, учитывая растущие объемы данных, поступающих из постоянно расширяющейся сети платформ наблюдений за Землёй. Снимки со всех спутниковых систем могут управляться и обслуживаться с помощью наборов данных мозаики.



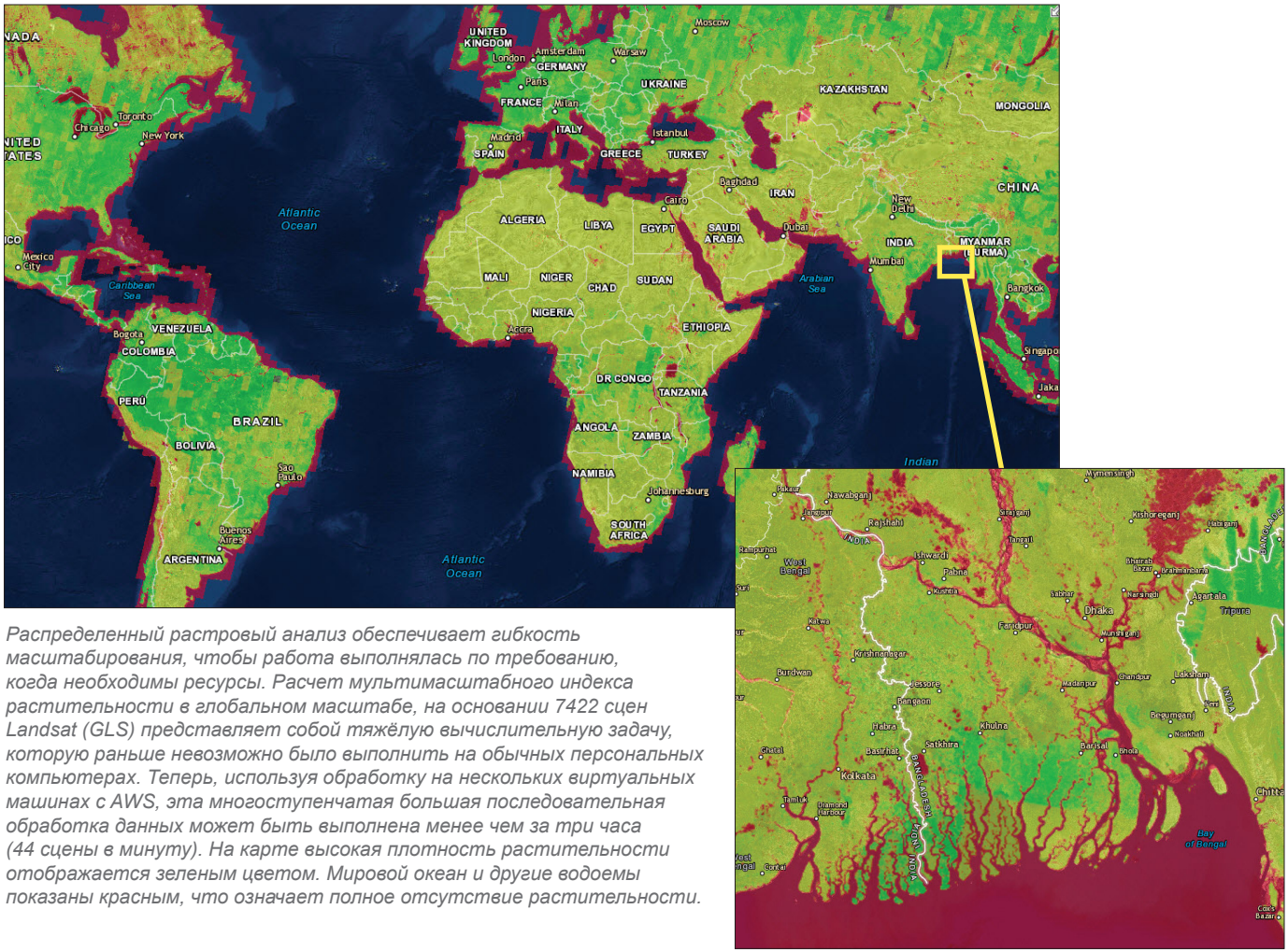
В мозаиках поддерживаются быстро растущие наборы данных наблюдений за Землёй, как, например, коллекция Landsat Arctic. По мере ежедневного пополнения новыми сценами, коллекция постоянно растет в размерах и масштабах. Вы можете в онлайн-режиме приблизиться к интересующей области. Например, можно открыть инструмент со шкалой времени и посмотреть, какие есть данные для этой территории за всё время.

Распределённое хранилище растровых данных

ArcGIS может работать с несколькими масштабируемыми типами хранения данных. Вы можете работать с вашими данными снимков, находящимися в данный момент на существующих компьютерах и серверах в вашей организации. В качестве альтернативы можно использовать распределенное хранение данных в облаке, например Amazon Web Services (AWS) или Microsoft Azure. Эти варианты хранения обеспечивают практически неограниченную масштабируемость.

Распределённая масштабируемая аналитика растров в ArcGIS

Распределенная аналитика растров в ArcGIS предлагает гибкую высокопроизводительную обработку снимков. Аналитика растров в ArcGIS разработана так, что может масштабироваться в соответствии с требованиями вашей организации. Модели пространственного анализа и вычисления для обработки изображений применяются независимо от того, где находятся ваши данные – в ваших локальных сетях, на серверах в корпоративных сетях, либо если в целях увеличения масштабируемости аналитики вы используете облачное хранение. Результаты вашего анализа параллельно записываются в распределенных хранилищах данных.



Распределенный растровый анализ обеспечивает гибкость масштабирования, чтобы работа выполнялась по требованию, когда необходимы ресурсы. Расчет мультимасштабного индекса растительности в глобальном масштабе, на основании 7422 сцен Landsat (GLS) представляет собой тяжёлую вычислительную задачу, которую раньше невозможно было выполнить на обычных персональных компьютерах. Теперь, используя обработку на нескольких виртуальных машинах с AWS, эта многоступенчатая большая последовательная обработка данных может быть выполнена менее чем за три часа (44 сцены в минуту). На карте высокая плотность растительности отображается зеленым цветом. Мировой океан и другие водоемы показаны красным, что означает полное отсутствие растительности.

Большие изображения доступны для всех пользователей

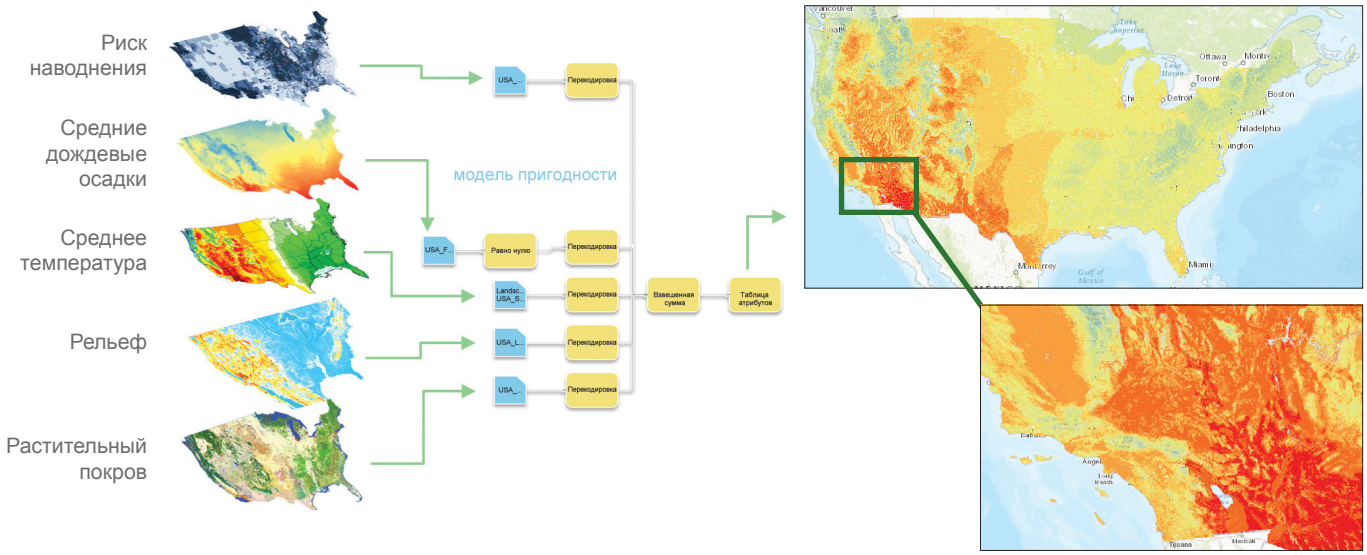
Распределенный анализ растров в ArcGIS позволяет при необходимости оптимизировать работу с большими снимками. Поскольку размер ваших данных снимков увеличивается, одной машины может быть недостаточно для хранения данных или обеспечения достаточной пропускной способности вычислений. ArcGIS обеспечивает гибкость масштабирования работы с вашими снимками, когда это нужно.

Распределенные хранилища данных и аналитика в ArcGIS оптимизированы для облачных кластерных вычислений. Это позволяет распараллеливать вычисления массивных изображений, используя встроенную масштабируемость наборов данных мозаики. Большие процессы могут быть распределены на несколько машин, работающих параллельно, чтобы значительно уменьшить время обработки.

Большие изображения способствую большему пониманию

Облачные вычисления и ArcGIS позволяют динамически расширять применение вами изображений. Многие ГИС-специалисты пользуются уникальной способностью ГИС разблокировать анализ и использование изображений, обеспечивая понимание с помощью вычислений и моделирования. Это сила ГИС. Это можно применить для локальных проектов, например обследовать при помощи собственного беспилотного летательного аппарата окрестные сельхозугодья. Или можно распространить на обработку большой коллекции спутниковых снимков, либо выполнить сложное моделирование серии климатических прогнозов на длительный период времени.

Распределенные аналитические вычисления, разные варианты.



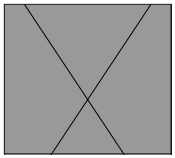
Распределенные аналитические вычисления масштабируемы. Чтобы получить хороший результат, вам не нужно много компьютерных ресурсов. Даже скромная конфигурация сервера даёт хорошую скорость обработки, которая продолжает улучшаться. Особенно важна гибкость: любой пользователь ArcGIS может масштабировать вычисления в соответствии со своими нуждами.

Слово профессионалу: Кэтрин Салливан

Двадцать четыре года назад я работала с менеджерами по ЧС после того, как ураган Эндрю уничтожил огромную часть инфраструктуры Флориды. Мы работали на больших бумажных картах и по несколько дней вручную редактировали данные, чтобы показать, где находятся телефоны, вода, канализация и узлы электроснабжения, чтобы у служб быстрого реагирования была полная картина. Можно сказать, что мы вручную вели примитивную ГИС. Удивительно, что теперь веб-платформы позволяют синтезировать и визуализировать данные из десятков источников данных в режиме реального времени. Такие инструменты ГИС дают возможность принимать мудрые, быстрые и обоснованные решения в самых разных областях.

Сегодня мы зависим от резкого роста объема данных в области природных исследований, необходимых для защиты жизни и здоровья, а также укрепления экономической стабильности. Но данные исследований природы – это только начало. Задача состоит в том, чтобы соединить эти данные с практическими потребностями, чтобы их можно было применять на всех уровнях – от Уолл-стрит до Мэйн-стрит, от начальников домоуправлений до глав государств. Данные должны стать доступными для тех, кому они нужны и когда им это необходимо, в нужных масштабах и разрешениях. Данные должны отыскиваться при помощи поиска, и легко извлекаться. Короче говоря, они должны работать для всех.

Когда это произойдет, польза будет огромна. С помощью инструментов Esri и данных NOAA, перестраховочные общества смогут проверить, что обращения синхронны с точными прогнозами тяжёлых погодных условий. Карты-истории Esri создают практический смысл штормовых предупреждений, прогнозов повышения уровня моря, результатов рыбного промысла и многое другое. NOAA расширяет возможности прогнозирования поведения рек Америки в 700 раз, это на более 2,7 миллиона точек больше. Научные данные позволяют подготавливать все эти продукты исследований окружающей среды. Это даёт возможность оградиться от рисков. И это даёт представление о нашей планете, чтобы формировать возможности нашей жизни на ней.



Кэтрин Салливан, руководитель Национального управления океанических и атмосферных исследований США (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA), бывший астронавт НАСА.

Тем не менее, большие объемы федеральных данных природных исследований остаются неиспользованными. Одна только NOAA ежедневно выдаёт около 20 терабайт – это в два раза больше, чем вся коллекция бумажных изданий Библиотеки Конгресса США. Но только небольшой процент доступен для широкой общественности. Как сообщили в правительстве США, NOAA собирается сделать доступными ещё больше наших данных. Мы хотим передать данные из лабораторий и с жестких дисков в руки тех, кто хочет превратить их в продукты, услуги и прогнозы, которые будут полезны во всех сферах. Существует огромный потенциал экологической и экономической ценности в этих данных.

NOAA сотрудничает с Amazon, Microsoft, IBM, Google и консорциумом открытых данных, чтобы задействовать этот потенциал. Esri также является активным игроком. Можете себе представить частное предприятие, которое путем объединения потоков разрозненных данных выдало бы модель уязвимости и выросло в цене с $ 2 млрд до $ 20 млрд. Подумайте об огромной поддержке преобразующей миллионы полученных со спутников точек данных в долговременные прогнозы выпадения осадков, и какое это преимущество даст фермерам и предприятиям, страдающим от засухи.

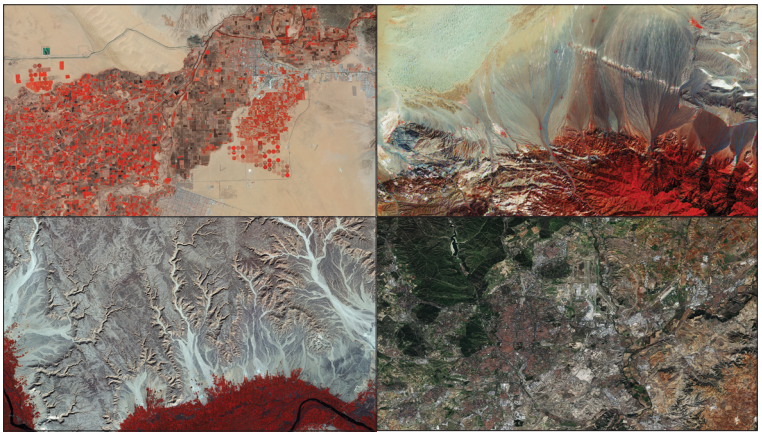
Всего 20 лет назад мы вручную расставляли точки с данными. Пять лет назад 90 процентов современных данных еще не были созданы. Теперь мы осваиваем инновационные облачные технологии, изучая Землю под микроскопом, свежими новыми способами. Динамические возможности уже на горизонте. Мы надеемся, что вы поможете их сформировать.

См. видео с К. Салливан наука и жизнь

Галерея больших изображений

В этой галерее показаны различного рода изображения и информация данных дистанционного зондирования, которые собираются ежедневно. Это иллюстрирует возможности применения изображений для работы в ГИС.

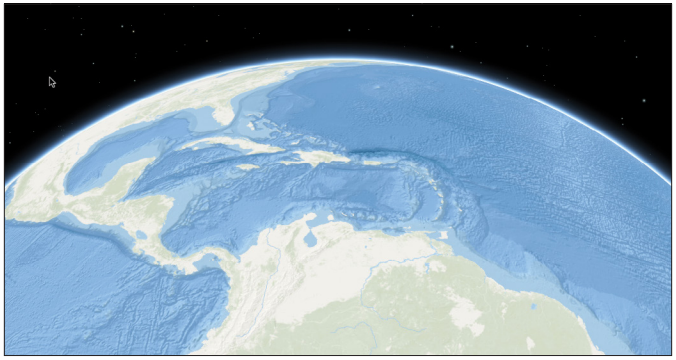
Sentinel 2



Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Миссия Sentinel-2 Европейского космического агентства (ESA), Еврокоммиссии и промышленности составляет два одинаковых спутника, расположенных в 180 градусах друг от друга. Sentinel-2 выполняет наблюдения за Землёй для сельского хозяйства, картирования и выявления изменений почвенно-растительного покрова, мониторинга лесов и природной среды. Собираются спектрозональные данные в 13 каналах с разрешением 10, 20 и 60 метров, как показано в таблице справа. Период посещения каждым из спутников-близнецов составляет 10 дней, так что любое место на Земле посещается каждые пять дней.

Океаны

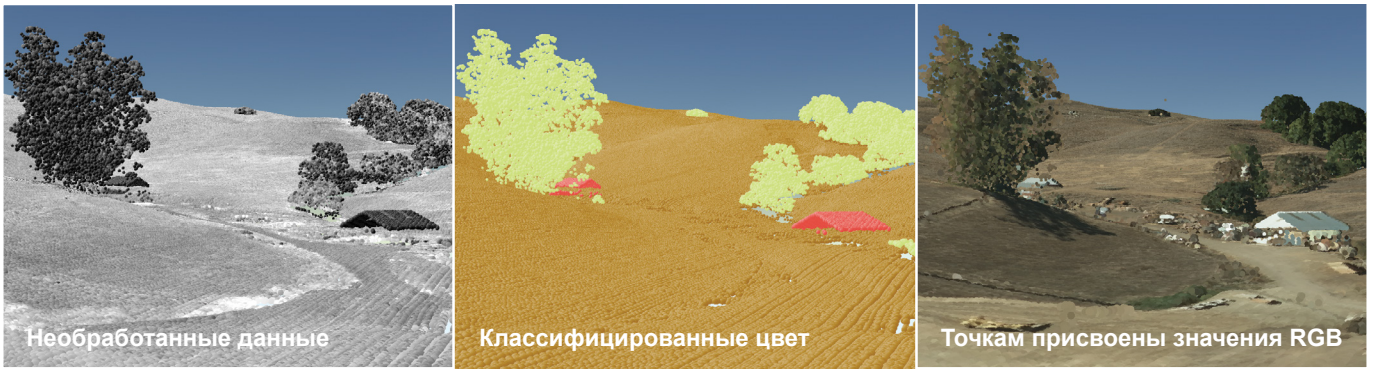


Подробное картирование Земли не ограничивается сушей. При постоянном увеличении количества проектов измерений океана постепенно вырисовывается детальная подводная карта.

Беспилотники

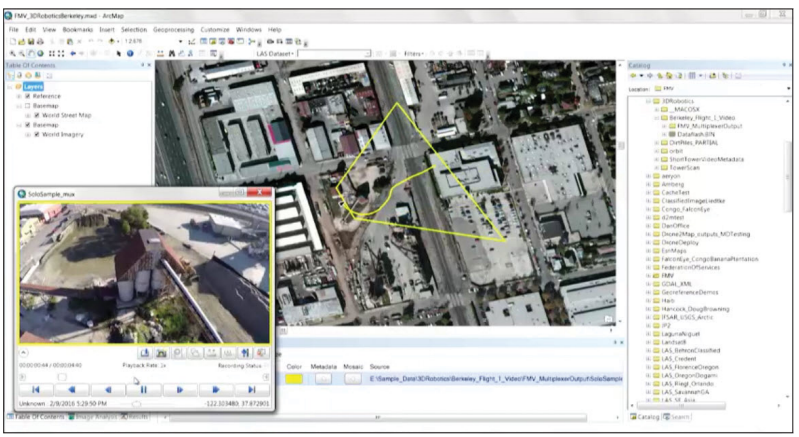
Беспилотные летательные аппараты летают низко над землёй и собирают огромное количество снимков высокого разрешения. Проблема обработки и хранения всех этих данных теперь решена благодаря приложению Drone2Map.

Лидар



Лидарные данные связаны с проблемой больших данных, так как огромное количество точек даже на небольшой сцене затем умножается на как правило большие изучаемые территории. Всё это усугубляется несколькими лидарными продуктами, каждый со своими характеристиками и областями применения.

Полномасштабное видео



Полученное с самолёта или беспилотного летательного аппарата видео представляет ценный источник данных, дающий динамическое изображение наблюдаемых событий и объектов на земле. Возможности полномасштабного видео (FMV) в ArcGIS позволяют просматривать, управлять, анализировать и публиковать ресурсы видео, в том числе поступающие в реальном времени.

Коллекции исторических аэрофотоснимков

Аэрофотоснимки на целый штат впервые снимали в Иллинойсе с 1937 по 1947 гг. Эта коллекция содержит приблизительно 33500 бумажных фотографий, которые затем отсканировали и превратили в цифровые изображения.

Быстрый старт

Слои набора данных мозаики

Управление изображениями в ArcGIS Pro начинается с набора данных мозаики. Это каталог данных, позволяющий управлять, анализировать и показывать все сцены из ваших наборов.

Наборы данных мозаики содержатся в базе геоданных и состоят из трех слоев: границы, контуров и изображений.

- Слой границы показывает экстент всех наборы растровых данных в наборе данных мозаики в виде единого или составного полигона (для набора не смежных изображений).

- Слой контуров показывает экстент каждого отдельного элемента набора данных мозаики в виде определенных полигонов. Атрибутивная таблица контуров – это каталог всех изображений в наборе данных мозаики, и кроме того, соответствующих обзорных изображений. В этой таблице можно сортировать изображения на основе любых атрибутов, таких, как облачное покрытие, дата получения или любые характеристики сенсора.

- Слой изображений контролирует управление, анализ и отображение мозаичного изображения как будто это цельный растровый слой. В этой мозаике изменяются свойства отображения и метода её построения, например, растяжка, комбинация слоев, метод пересчета и метод мозаики.

Набор данных мозаики может строить динамическую мозаику и выполнять обработку на лету. Так как обработка изображений происходит при доступе к ним, из одного источника можно создавать на лету несколько продуктов. Можно взять изображения из нескольких источников с различными разрешениями и создать бесшовную виртуальную мозаику. Все отдельные растры, составляющие набор данных мозаики, могут быть доступны через базу данных, позволяя определять, отображение перекрывающихся растров.

Изображения и растры в ArcGIS Pro

Управление набором снимков и растровых данных

Урок Learn ArcGIS

Загрузка снимков из онлайн-базы данных

На этом уроке Вы возьмёте на себя роль градостроителя, ищущего космический снимок Сингапура – огромного мегаполиса, который умещается на небольшом острове. Высокая плотность населения этого города (почти восемь тысяч человек на квадратный километр) обязывает тщательно контролировать развитие города. При помощи приложения LandsatLook вы отыщете в базах данных USGS относительно свежие снимки с минимальным количеством облаков. Надо будет загрузить снимок и добавить его на карту в ArcGIS Pro. Затем вы измените комбинацию каналов по умолчанию, чтобы было лучше видно.

Общий обзор

Спутниковая программа Landsat, запущенная Геологической службой США (United States Geological Survey – USGS) и Национальным управлением по аэронавтике и космонавтике (National Aeronautics and Space Administration – NASA), непрерывно собирает космические снимки нашей планеты начиная с 1972 года. Эти снимки можно бесплатно загрузить с сайта USGS. Но при наличии более четырёх миллионов снимков Landsat бывает нелегко выбрать именно тот, который вам нужен.

Основано на знаниях в этих областях:

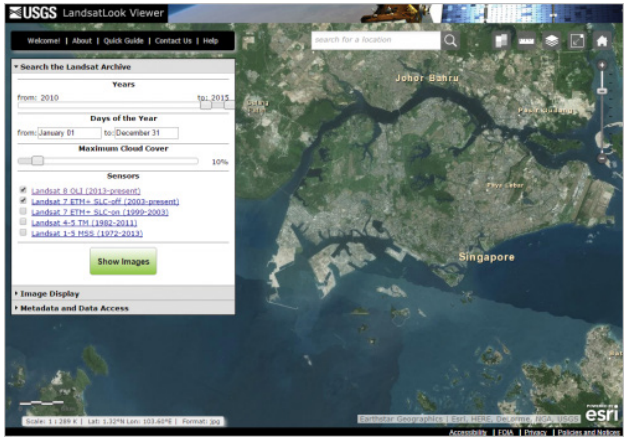
- Поиск и загрузка данных Landsat
- Отображение данных Landsat в ArcGIS Pro

Что необходимо:

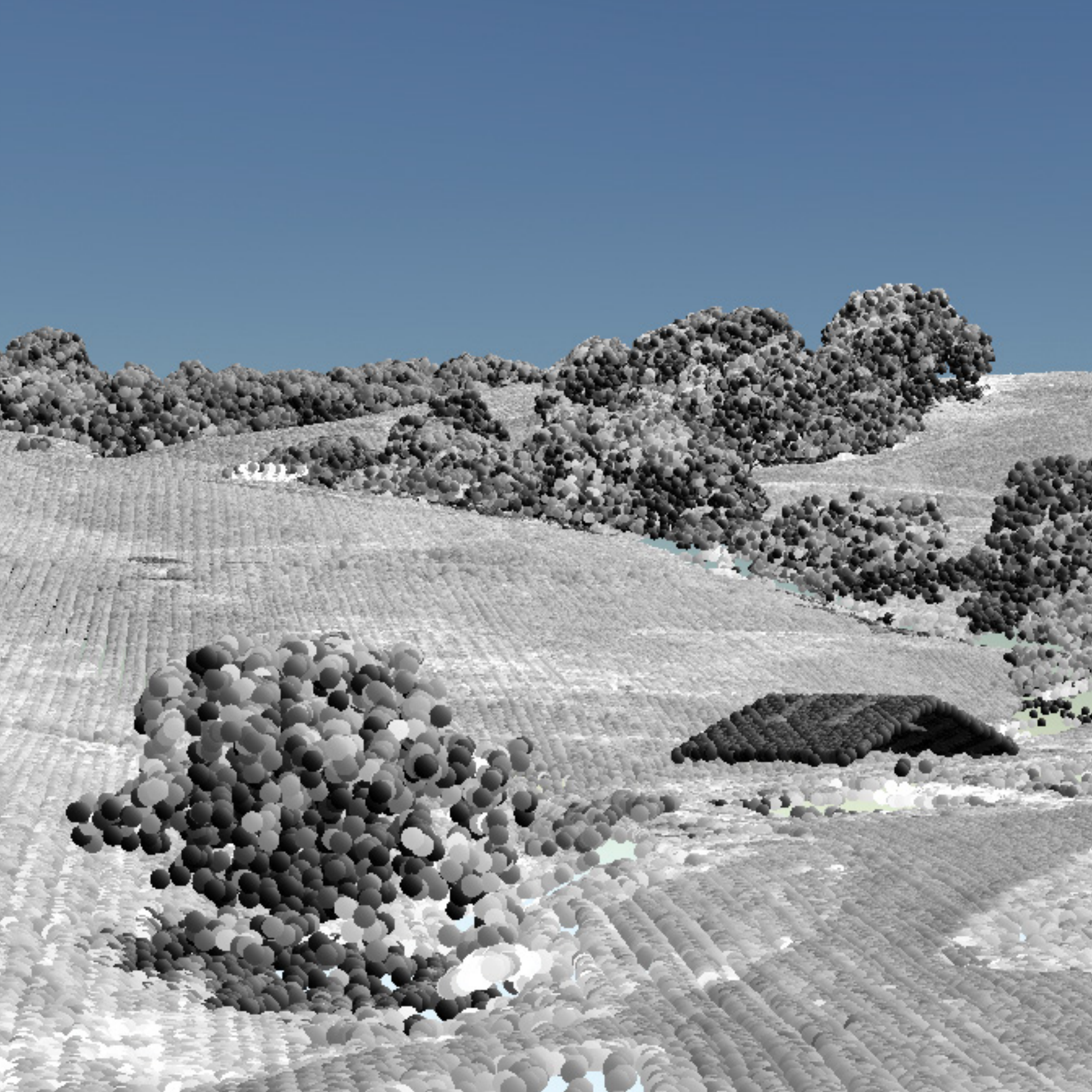
- ArcGIS Pro
- 900 Мб свободного места на жёстком диске
- Предполагаемое время: 1 час

Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter8_Lesson



Использование данных Landsat исторически ограничивалось узким кругом специалистов в научных и технических сообществах. Опция изображений LandsatLook Natural Color появилась для снимков Landsat, чтобы в простом удобном для пользователя и готовом для просмотра формате можно было на основании выбранных каналов симулировать естественные цвета. Этот тип продукта позволяет легко визуализировать архивные снимки Landsat без необходимости использовать специализированное ПО или обладать технической информацией.



09

Будущее начинается сейчас

Карта будущего – это умное изображение

Если вы дочитали до этого места, значит, вы уже знаете о том, какие сильные изменения произошли в работе со снимками в ГИС. Никогда ранее в быстро растущем ГИС-сообществе не было такого количества и таких мощных потоков поступающих снимков и географической информации – и безо всяких ограничений на место хранения или вычислительные мощности. И это правда не только для огромных вычислительных центров в крупных организациях, но и для всех, кто использует ArcGIS в облаке. Возможности ограничены лишь вашим воображением.

Мы входим в гуманитарную эру ГИС

С ростом облачных вычислений, а также преимуществ ArcGIS и расширением областей применения снимков и данных дистанционного зондирования, для пользователей ГИС настали весёлые времена. Произошло великое преобразование. ГИС становится более социальной, доступной и эффективной. Ежедневно мы видим, как ГИС может изменить и добавить новое в жизни людей. ГИС превращается в человеческую деятельность – люди могут применять ArcGIS для взаимодействия друг с другом, работать более эффективно и принимать лучшие решения, чтобы лучше понять, понятнее сообщить и разобраться с особенностями в реальном мире. И изображения играют в этом преобразовании очень важную роль.

Всем понятно, что эта новая среда приглашает и вдохновляет (а в некоторых случаях требует) сотрудничать и делиться информацией как в пределах организаций, так и сообществ. Мы верим, что эти возможности настолько значимы, что концепция и видение ГИС изменились навсегда. Вы не просто работаете с собственной ГИС в своей организации, но также и играете важную роль в «ГИС всего мира».
Ваша собственная ГИС – это просто то, через что вы смотрите на эту огромную общую систему. данные в которой движутся в обоих направлениях. Вы используете необходимую информацию, полученную от других, и, в свою очередь, подпитываете собственной информацией эту огромную экосистему, которую исследуют и используют и другие организации.

Могут ли быть сомнения, что изображения представляют собой движущую силу в этой революции общего использования информации?

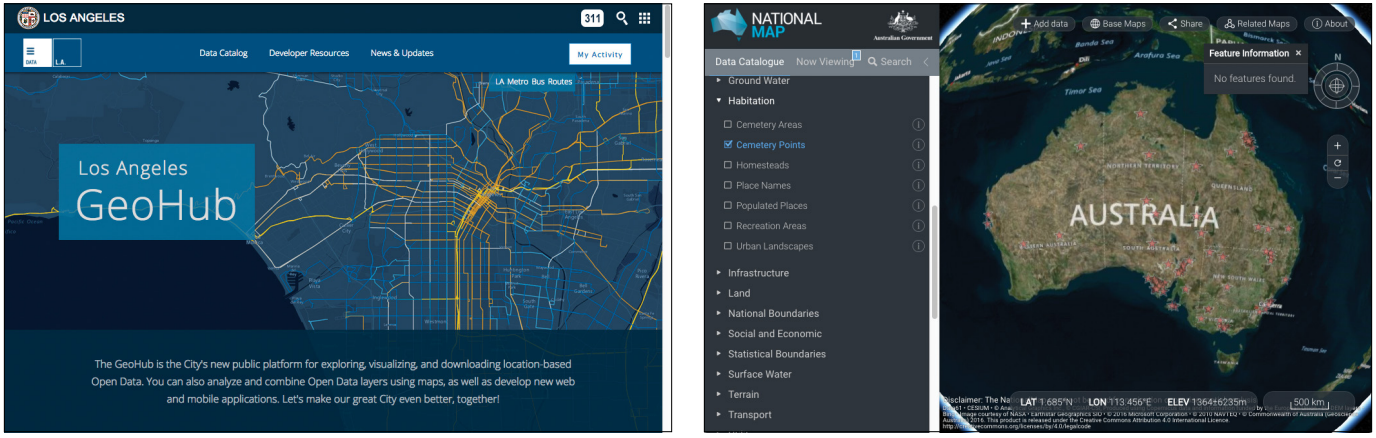
Использование изображений в ArcGIS ведёт к резкому ускорению перемещения ГИС в облако, вовлекая сообщество и открытые данные. Министерство труда США прогнозирует рост числа рабочих мест, связанных с ГИС, в течение предстоящего десятилетия; они окажутся в первой тройке в секторах, связанных с компьютерами и технологиями.

Изображения включают ГИС всего мира

Современные ГИС – участие, публикация и сотрудничество

ГИС разрослись настолько, что охватили уже более 350 000 организаций по всему миру, и в настоящее время применяются практически во всех областях человеческой деятельности. Изображения предоставляют механизм, который освещает ГИС; они получили небывалое признание во всем мире. Сила изображений заключается в том, что глядя на них, мы можем понять что-то новое.

Ещё на ранних этапах становления ГИС люди поняли, что для успешной работы им необходимы снимки и данные из источников, находящихся за пределами их непосредственных рабочих групп. И они признали необходимость общего доступа к данным. Открытые данные и публикация данных получили стремительное развитие в ГИС-сообществе и продолжают быть решающим аспектом во внедрении ГИС.



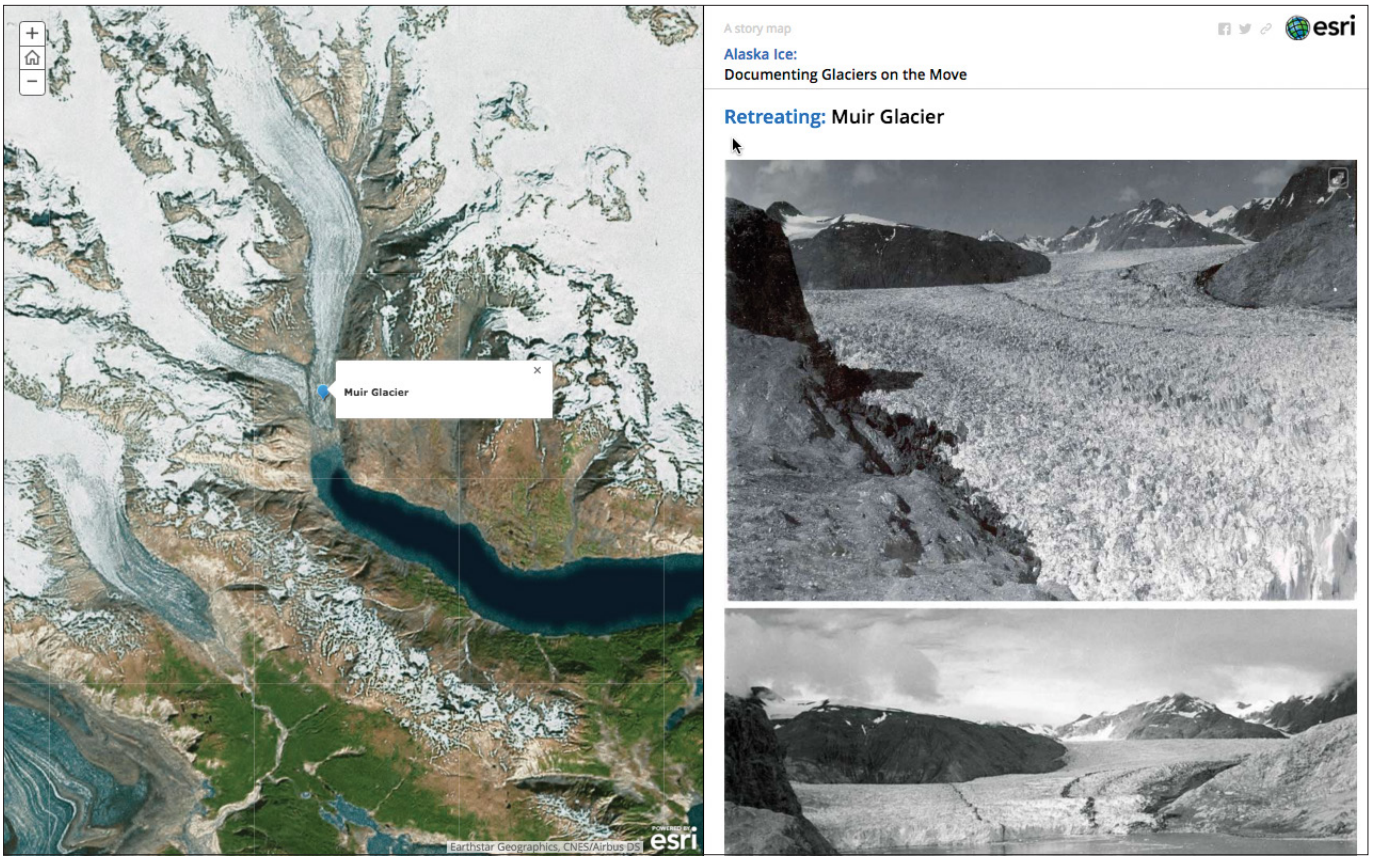
Многие правительственные организации на самых разных уровнях открывают доступ к своей географической информации, в том числе коллекциям изображений, так как понимают огромные преимущества, которые это принесёт гражданам.

ГИС: механизм применения

ГИС предоставляет своеобразный механизм интеграции, и это очень круто. Теперь мы все можем сосредоточиться на собственных географических информационных системах, и при этом собирать эту многообещающую всемирную ГИС. С каждым днём она растёт и становится богаче. Существует глобальная коллекция информации изображений, которая собирается и обновляется ежедневно. Эти источники данных и сервисы продолжают подпитываться всем сообществом ГИС-пользователей – в виде серии информационных слоёв, описывающих Землю, просто интегрируя информацию из различных источников.

Снимки и ГИС доступны через интернет

ГИС перемещаются в облако – огромную вычислительную сеть, которая делает информацию доступной, позволяя нам получать доступ к этим богатым наборам информации. У каждого слоя есть URL – веб-адрес – позволяющий находить и использовать данные. Чтобы забрать в ГИС и заставить работать источник данных слоя, просто укажите его URL. Смешайте слои из разных источников, сохраните на веб-карте, опубликуйте приложение – и у вас получится новый информационный продукт, который виртуально можно опубликовать для кого угодно. Эта новая эра гео-авторства позволяет нам учитывать точки зрения, сделать дело, убедить и повлиять на других.



Это тематическая карта-история предлагает убедительные свидетельства потепления на Аляске. Многие в ГИС-сообществе пользуются общедоступными снимками и ГИС-приложениями. Эти ресурсы позволяют тысячам организаций использовать такой контент огромного ГИС-сообщества в своей повседневной работе. Когда вы применяете ArcGIS, вы вскоре начинаете понимать и ценить объёмы опубликованной сообществом информации и насколько она обогащает и помогает в вашей работе.

Представляем ГИС будущего

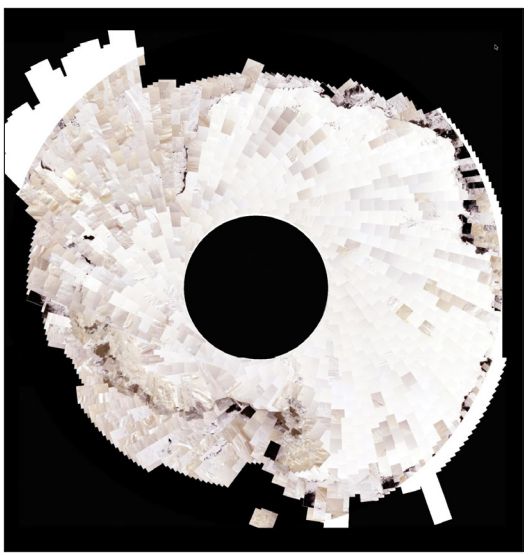
Будущее начинается сейчас

Представьте себе будущее, в котором у каждого пользователя ГИС есть доступ к каталогу изображений, данным дистанционного зондирования и другим географическим слоям, публикуемым разными организациями для всех регионов мира. Затем представьте, что этот каталог изображений ежедневно обновляется новыми сценами. И что каждый день запускаются новые сенсоры. И что большая часть этой информации общедоступна. Будущее начинается сейчас.

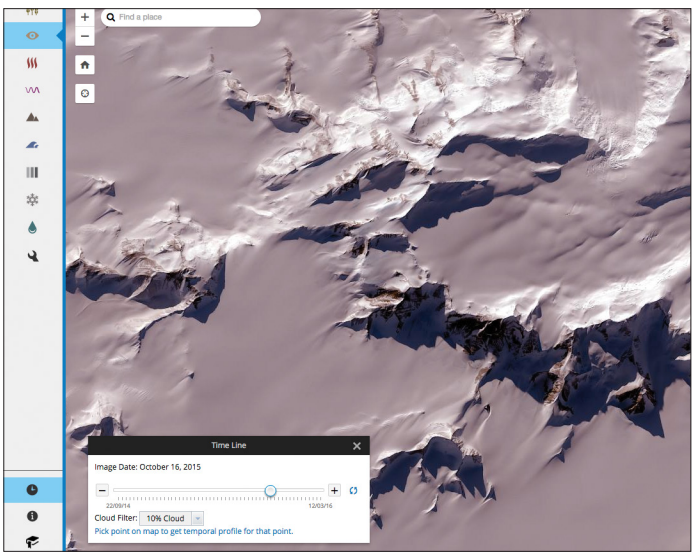
Это современная ГИС, которая возникла благодаря разным участникам. Учитывая информационные потребности нашего общества, эти современные системы не просто поощряют участие пользователей, система настойчиво этого требует. Это надо принять и обратить внимание на многие из ключевых достижений, которые меняют наш взгляд и наше видение того, что стало возможно благодаря синергетике снимков и ГИС.

Без ограничений на объёмы хранения и вычислительные мощности

Для ГИС и изображений нужны не только большие данные, но и мощные вычисления. И любой уровень вычислений возможен сейчас в облачных системах, которые можно включать по мере надобности. Сегодня вы можете запускать высококлассную аналитику вблизи источников данных. Емкости запоминающих устройств практически безграничны. И становятся доступными ещё большие, когда вам это нужно. Пользователи редко покупают большие вычислительные конфигурации, вместо этого они получают к ним доступ с помощью облачных вычислений.



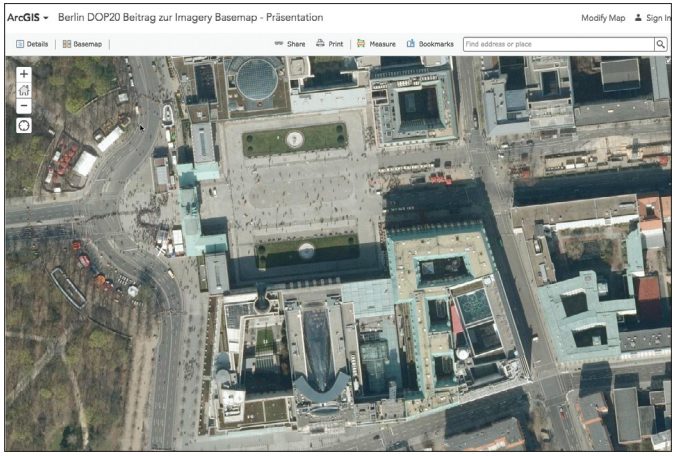
Это изображение карты показывает небольшую часть из тысяч сцен Landsat, собиравшихся в течение долгого времени и организованных в наборе данных мозаики снимков Антарктиды.



Увеличенный вид некоторых из имеющихся снимков Антарктиды. Обратите внимание на регулятор времени (включается значком часов), который позволяет перемещаться между снимками. Никогда прежде у ученых не было под рукой столько готовых к использованию данных.

Снимки публикуются для всех

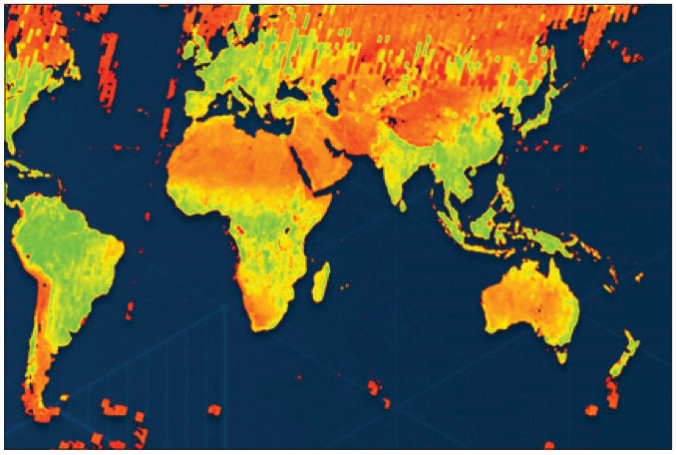
В прежние времена многие источники снимков были дорогими, а на их получение уходило по несколько месяцев. Теперь многие спутники и другие платформы доставляют высококачественную информацию с использованием мультиканальных сенсоров, лидарных и многих других источников данных. Нынешние пользователи ожидают, что подходящие снимки будут доступны для их работы. Так же, как стала доступной возможность не заблудиться благодаря смартфону GPS, или как появились большие телевизоры кинематографического качества в наших гостиных, доступ 24-7 ко всем снимкам в мире стал новой нормой. Последствия этого преобразования только начинают осознаваться.



Власти города Берлина (Германия), точно так же, как и сотни других правительственных организаций по всему миру, выложили свои высококачественные ортофотоизображения на базовую карту ArcGIS Community Basemap.

Готовая к использованию аналитика

ГИС занимается анализом и комбинированием нескольких слоев с использованием интеллектуальных аналитических моделей. ArcGIS предоставляет вам богатый и разнообразный набор аналитических инструментов, которые можно применить к вашей работе и для решения проблем.
Эту аналитику можно применить к данным, находящимся в любом месте – на персональных компьютерах, в крупных корпоративных системах или в облаке ArcGIS Online. Анализ спутниковых изображений представляет собой одну из наиболее быстро распространяющихся возможностей для обработки больших изображений.



Анализ изображений стал доступен где угодно. Возрастающая армия аналитиков изображений составляет и публикует модели для различных вычислений для снимков. Они выкладываются в курируемых галереях для разношерстного растущего ГИС-сообщества.

Местные полёты пользователей

Наступил век беспилотных летательных аппаратов, позволяющих осуществлять небольшие полёты в личных целях и применять ГИС новым способом для решения новых задач – проверить дорожное покрытие, совершить проверочный облёт вдоль труб или ЛЭП, оценить местообитания диких животных, отреагировать на чрезвычайные ситуации и стихийные бедствия; мониторинг нашего климата, лесов и сельскохозяйственных угодий; и управление собственной маленькой микрогеографией.

Многие пользователи запускают собственные облёты для использования в своих частных ГИС-приложениях. При помощи Drone2Map можно практически мгновенно создать собственную основу для базовой карты в ГИС на изучаемую территорию, поверх которой уже можно наносить и анализировать прочие ГИС-слои – «мгновенная ГИС.»

Спутники для пользователей

Новые сенсоры запускаются каждый день и помогают нам построить узкоспециализированные коллекции изображений. Они содержат спектральные каналы, позволяющие выполнить аналитическую обработку небесной информации и получить результаты, которые позволяют нам более эффективно контролировать и управлять своими операциями и миссии.

С Международной космической станции начали запускать спутники размером с обувную коробку. Этот флот наноспутников в рамках совместной миссии Национальной лаборатории США, NanoRacks и Planet Labs предназначен для предоставления ежедневных снимков Земли для различных видов использования и применения.

Сходящиеся тенденции технологий

Встроенная аналитика предоставляет доступ как к необработанным, так и обработанным изображениям

В будущем вы будете не только загружать исходные данные со спутников, но также и обработанные изображения, в которых аналитические вычисления выполняются на лету, обслуживая ваши изображения.

ArcGIS содержит аналитические возможности, которые могут быть развернуты практически в любом месте, от сенсора до локального компьютера, чтобы облачную обработку ваших интеллектуальных снимков. Кроме того, эта аналитическая обработка происходит во времени, близком к реальному. Таким образом, поступающая с этих платформ информация – это не просто исходные данные изображений; она добавляет к снимкам смысл, так как снимки уже переработаны в полезную информацию для более эффективной поддержки ваших операций и мероприятий.

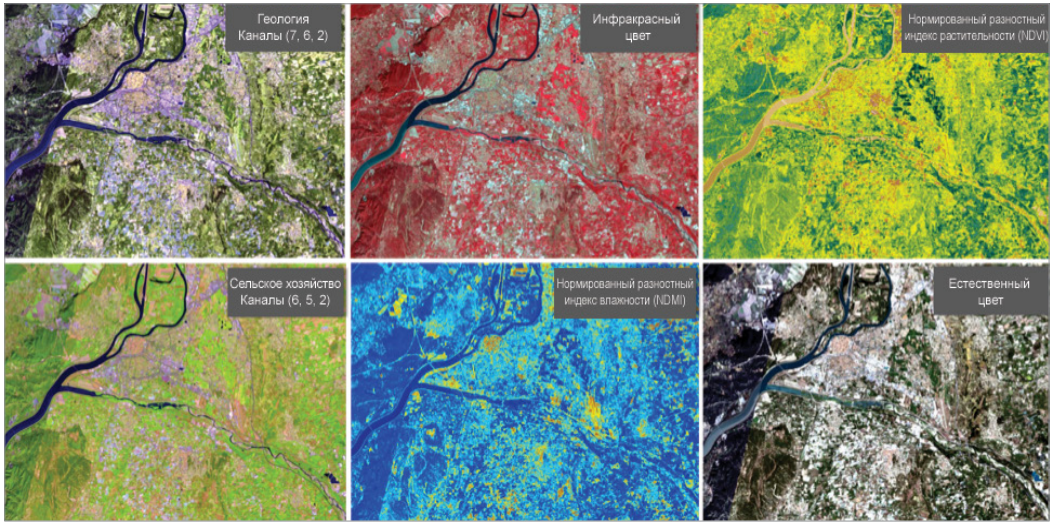
Ограничения вычислительных мощностей исчезнут

Как вы думаете, у скольких людей есть доступ к мощным компьютерам как у Google? И кто может себе это позволить? На самом деле, все пользователи ArcGIS получают доступ к массивным вычислительным ресурсам в облаке для распределенного хранения растровых данных и аналитики.

Возникающая сейчас мировая ГИС станет макроскопом Земли

ГИС и снимки дают интеграцию механизма объединения разнообразных географических информационных слоев. Поскольку участие общественности и обмен данными разрослись на тысячи организаций, слои в ГИС мира становятся богаче и приобретают новые возможности. ArcGIS, наряду с облачными вычислениями, позволяет изучать нашу планету.

Это позволяет пользователям интегрировать такие слои как визуально, так и аналитически, предоставляя новое и более глубокое понимание и перспективы, как лучше понять и управлять нашим миром.



Спектрозональные изображения могут быть обработаны и представлены для многих целей, каждая из которых обслуживается на лету непосредственно на платформе сенсора. Алгоритмы обработки изображений можно применить к необработанным снимкам, чтобы представить результаты, с которыми вы хотите работать. В этом примере, сцены Landsat 8 сцен интерпретируются и одновременно поставляются в режиме реального времени.

Будущее становится персональным

Эта навигационная 3D веб-сцена отображает на веб-сцене со драпированными на рельеф поверхности снимками высокого разрешения реальный полученный с GPS-приёмника велосипедный маршрут, дополненный информацией о скорости и сердцебиении.

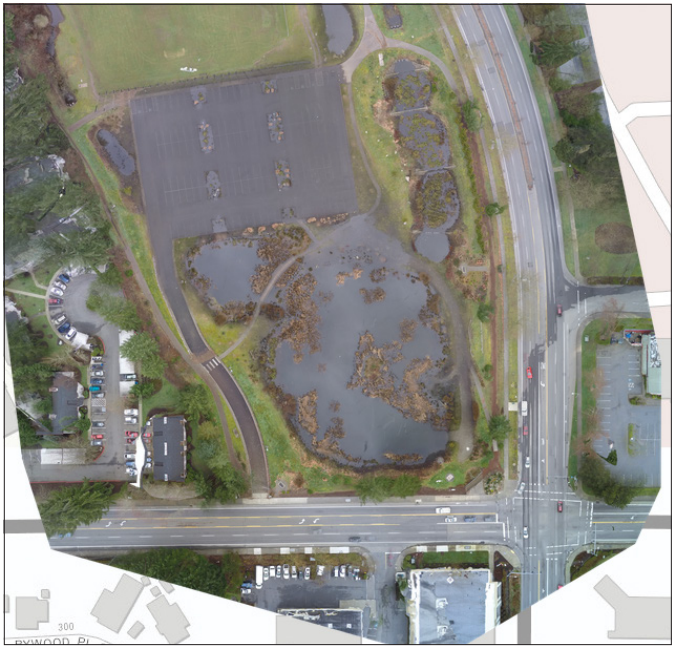
Перекрёстные технологии открывают эру практически невообразимого взаимодействия с геоизображениями. Новые приложения для 3D-гарнитур, например Occulus Rift, обещают перевернуть наши понимание и взаимоотношения с миром вокруг нас. Приготовьтесь удивляться.

Создание ГИС-данных с беспилотных летательных аппаратов

2D-галерея

Фотографии и видео, полученные беспилотными летательными аппаратами, бывают снятыми вертикально вниз (для создания ортотрансформированных картографических продуктов) или под углом (для обследований зданий и прочих объектов). В обоих случаях получаются готовые для ГИС данные. Здесь показаны примеры выходных 2D-данных в ГИС, построенных в Drone2Map; на следующей странице показана галерея выходных 3D-продуктов.

Ортофотомозаика



Для пользователей ГИС ортофотомозаика представляет правдивое отображение земной поверхности. Ортофотомозаики дают возможность уточнить пространственные объекты на карте путём ручной или автоматической оцифровки, а также предоставляют базовую карту изучаемой территории в очень хорошем разрешении.

ЦММ

ЦММ рядом с ортофотомозаикой одних и тех же домов близ Женевского озера (Швейцария) дают мгновенную фотографию того, как реальны выглядят объекты на земле. Здесь применена отмывка.

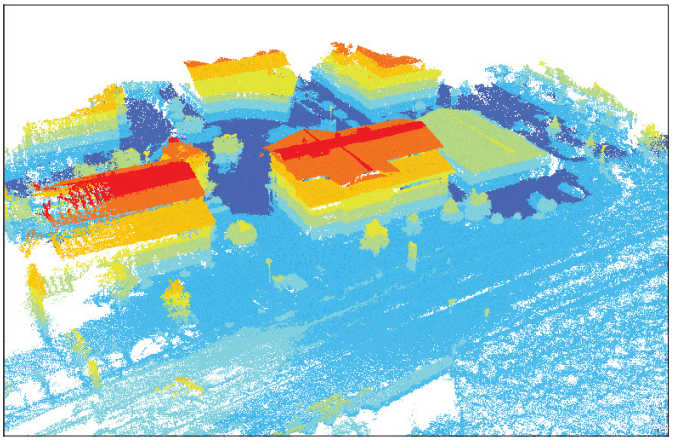
Создание ГИС-данных с беспилотных летательных аппаратов

3D-галерея

Данные LAS с отображением в RGB

Файл LAS – это отраслевой стандартный формат для хранения бортовых лазерных данных. В данном случае каждой точке присвоено значение RGB исходного фото, что даёт эффект реалистичности.

Данные LAS показанные как рельеф



То же самое облако точек LAS также можно отобразить на основании атрибутов данных, например значений высот. Красным показаны самые большие высоты на сцене.

3D-сетка

3D-сетка состоит из всех точек, соединённых в треугольники или грани. Это даёт доступную для навигации 3D-сцену.

Наклонные фотографии

Необработанные фото, снятые под углом, могут использоваться для разных целей. Во-первых, это источник данных для 3D-слоёв. Кроме того, каждая фотография служит как отдельный продукт обследования.

Слово профессионалам: Кэтрин Керанен и Лин Малоне

ГИС-технология изменяет способ обучения наших студентов

Сколько раз вы слышали словосочетание «цифровой иммигрант» про тех, то родился до появления социальных онлайн-технологий? Например, «Мой 5-летний племянник показал мне, как пользоваться приложением на смартфоне». Большинство современных студентов никогда не жили без смартфонов, настольных компьютеров, планшетов, ноутбуков и GPS-приёмников. Они почти всегда были в на связи через Интернет, мобильные технологии и социальные сети, то есть они и есть первые настоящие «аборигены цифрового мира» – этот термин означает, что им никогда не приходилось приспосабливаться к цифровым технологиям. Современные студенты совсем иначе общаются друг с другом, смотрят на мир и используют технологии. Выросшие в цифровом мире студенты и учатся совсем по-другому.

ГИС, системы глобального позиционирования (GPS) и дистанционное зондирование коренным образом изменили то, как студенты познают мир. Те же инструменты, которыми пользуются для решения проблем и принятия решений в соответствующих областях государственные органы, предприятия, экологические группы и промышленные предприятия в области здравоохранения, используют сегодня и студенты в классах – для изучения и решения проблем реального мира.

ГИС – это инструмент для решения проблем в реальном мире. Пользователи ГИС за пределами образовательных учреждений –в правительстве, бизнесе, управлении природными ресурсами, здравоохранения и так далее – используют эту мощную технологию именно по этой причине. Это, безусловно, наиболее универсальный и эффективный из доступных инструментов для решения проблем. При изучении естественных наук, математики или экономики; в начальной, средней или высшей школе, когда студенты работают с ГИС, они узнают, как эффективно использовать технологию для комплексного решения вопросов; и в итоге они оказываются лучше подготовлены к решению рабочих задач, а также к жизни в двадцать первом веке.

Ведущие преподаватели уже давно выступали за проблемно-ориентированный подход к обучению. Проблемно-ориентированное обучение не замкнутое; это процесс познания, изучающий альтернативные пути и возможности, а не тупое заучивание единственного правильного решения.

Использование ГИС в классе воспитывает навыки решения проблем: задавать правильные вопросы; собирать данные, нужные для исследования этих вопросов; наблюдать и анализировать закономерности в этих данных; делать выводы и заключения из анализа данных; и действовать в соответствии с полученными результатами исследований. ГИС готовит студентов к работе, на которой важно иметь навыки решения проблем. Обучение с использованием ГИС – это шаг в будущее. По своей природе ГИС междисциплинарна и служит идеальным инструментом для интеграции знаний и умений из различных основных дисциплин. В ГИС математика сливается с географией, формируя основу для наблюдения и анализа данных из истории, гражданского права, экологической науки, биологии, наук о Земле, социологии, лингвистики, литературы и других областей. Посредством междисциплинарного анализа ГИС не только способствует передаче обучения по целому ряду направлений, но также повышает качество обучения по любому предмету, показывая возможности применения и актуальность.

За последние 20 лет мы стали свидетелями кардинальных изменений в ГИС, и эти изменения теперь прекрасно применяются для обучения. Двадцать лет назад ГИС была программным обеспечением для настольных компьютеров. Чтобы использовать его на уроках, преподавателям приходилось решать сложные вопросы с установкой ПО и хранением данных. Общий доступ и сотрудничество между студентами также вызывали сложности. Сегодняшние преподаватели и студенты могут обойти эти проблемы с помощью ArcGIS Online, обогащая свои собственные данные богатой информацией из открытых источников данных, а также анализировать, публиковать и вместе работать над данными, используя мощные возможности ArcGIS для организации. Кроме того, распространение мобильных приложений для сбора данных означает, что студенты теперь могут забрать ГИС из класса и отправиться в поле исследовать объекты реального мира.

ГИС привлекает студентов так, как никогда ранее не делал ни один инструмент обучения. С помощью ГИС студенты могут решать проблемы в своих сообществах и бороться с проблемами, в которых лично заинтересованы. ГИС позволяет им быть агентами своего собственного обучения. Когда они собирают, оценивают и анализируют данные,

Кэтрин Керанен является до пенсии работала в округе Фэрфакс (шт. Вирджиния, США) и теперь преподаёт в Университете Джеймса Мэдисона, который более 20 лет обучал геопространственным технологиям студентов и преподавателей. В соавторстве с Робертом Колвурдом написала серию из четырех книг Принятие пространственных решений. *Лин Малоне – преподаватель-консультант, специализирующийся в области применения геопространственных технологий в школе, автор книги* Карты нашего мира: уроки ГИС для преподавателей, Руководство по географии сообщества.

Керанен и Малоне написали Руководство по ArcGIS *издательства Esri Press.*

имеющие отношение к своим вопросам, рабочие процессы в ГИС способствуют обработке этой информации и выработке полученных благодаря этим данным решений. Как сказал учитель выразился, «Создающий карту студент – это обучающийся студент».

Основанная в 2002 году частная общественная организация Partnership for 21st Century Skills, внедряющая новую модель обучения, заявляет: «пропасть между полученными в школе знаниями и умениями и необходимыми для жизни в 21-м веке знаниями и умениями, остаётся глубока». Внедрение передовых технологий (в особенности ГИС) в учебное расписание строит мост через эту пропасть.

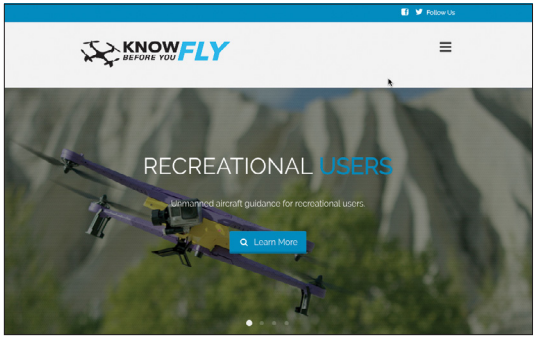
Вот три основных идеи. Во-первых, уделяйте студентам внимание. Хотя бы иногда смотрите на то, как учащиеся реагируют на новые программы и новое расписание, и не забывайте это анализировать. Постарайтесь иметь в виду, что на столах у этого сообщества студентов полностью новый набор ожиданий и навыков. Когда мы в первый раз показали студентам книгу *Мир ArcGIS: География в нашей жизни – 10 замечательных идей*, половина из них в первые же 20 минут открыла PDF-вариант этой книги на своих сматрфонах, чтобы оставить экраны компьютеров для работы с онлайн-картами. А мы посмотрели друг на друга и подумали «Будет ли это работать?» Да, это сработало – в следующие 5 минут остальные студенты сделали то же самое. Во-вторых, используйте знания студентов как преимущество. Их умение работать с мобильными устройствами и приложениями означает, что вам уже не надо писать многостраничные инструкции. И самое главное – позволяйте своим студентам задавать *их* вопросы.

Быстрый старт

Контрольная информация по беспилотным летательным аппаратам

По данным Федерального авиационного агентства (США), к марту 2016 года на просторах США было зарегистрировано более 400 тысяч пилотов беспилотных летательных аппаратов (дронов). В мире их уже больше миллиона человек. Несмотря на то, что это всё очень увлекательно и интересно, любителям и профессионалам следует понимать и соблюдать некоторые принятые в стране правила полётов. В разных странах могут быть свои правила (или их может не быть). Перед началом полёта надо его согласовать с местной авиационной службой. Приведём некоторые выдержки из свода правил американской организации 3DR.

- ✓ Перед выходом из дома убедитесь, что ваши пульт управления, квадрокоптер и мобильное устройство полностью заряжены. Если вы планируете что-то делать при помощи GoPro®, проверьте, чтобы и её батарея тоже была полностью заряжена.
- ✓ В поле проверьте, чтобы поблизости от места полёта не было людей. Не имеет значения, кто Вы – опытный пилот или только учитесь – никогда не летайте вокруг людей! В любой момент полёта могут возникнуть непредвиденные обстоятельства, а Вы несёте полную ответственность за безопасность – собственную и окружающих.
- ✓ Небольшие летательные аппараты (к которым относится и 3DR Solo) не предназначены для сложных погодных условий. В ветреную, снежную, дождливую или ещё какую-нибудь неблагоприятную погоду собирайтесь и ждите пока погода станет лётной.
- ✓ Держитесь не ближе пяти миль (8 км) от окрестных аэропортов.
- ✓ Избегайте переизбытка сетей Wi-Fi. Если вы находитесь на территории, где много разных сетей Wi-Fi, ваша беспроводная связь с летательным аппаратом может быть нестабильной. Кроме того, такие высокие объекты, как мачты сотовой связи и т.д., могут вызывать помехи Wi-Fi, поэтому держитесь от них подальше.
- ✓ Для успешного взлёта выберите плоскую и твёрдую площадку. Для посадки и приземления вокруг Вас должно быть не менее пяти метров свободного пространства во все стороны.



Правила Know Before You Fly (что надо знать до начала полёта) были разработаны двумя ведущими организациями, занимающимися беспилотными летательными аппаратами – Международной ассоциации беспилотных летательных аппаратов (Association for Unmanned Vehicle Systems International – AUVSI) и Академией аэронавтики моделей (Academy of Model Aeronautics – AMA). FAA сотрудничает с другими участниками, распространяя в мире информацию о безопасных и ответственных полётах.

Урок Learn ArcGIS

Начало работы с Drone2Map

На этом уроке вы выполните исследование облёта офисного здания в Вёртзее (Бавария, Германия). Вы скачаете демо-версию Drone2Map и учебные данные, а затем воспользуетесь программным обеспечение, чтобы обработать данные, как будто они только что поступили с беспилотного летательного аппарата. Затем вы настроите ряд параметров для создания разнообразных выходных данных в 2D и 3D, в том числе ортофотомозаику, 3D-сетку, цифровую модель поверхности и даже особый вид документа - 3D PDF. К концу урока вы опубликуете свои данные как сервис листов в ArcGIS Online.

Общий обзор

Беспилотники представляют собой доступное средство получения снимков природных и техногенных наземных объектов и областей, в которые может быть трудно попасть, или полностью закрытых из-за размеров или особенностей местности. Обследование критически важных объектов инфраструктуры с использованием беспилотных летательных аппаратов входит в практику, что улучшает возможности инспектировать объекты, в том числе те, которые охватывают обширные площади.

Основано на знаниях в этих областях:

- Работа с Drone2Map
- Публикация 3D-данных

Что необходимо:

- Предполагаемое время: 60 минут
- Права издателя в организации ArcGIS

Начать урок

Esri.com/imagerybook/Chapter9_Lesson

На основании снимков с высоким разрешением, снятых при помощи оборудованного камерой квадрокоптера Solo компании 3DR, вы создадите ряд продуктов 2D- и 3D- ГИС-данных.

Авторы и благодарности

Соавторы

Главные редакторы: Клинт Браун и Кристиан Хардер
Редактор издания: Кристиан Хардер

Глава 1 – Клинт Брау
Глава 2 – Кристиан Хардер, Клинт Брау
Глава 3 – Стив Копп, Мелани Харлоу
Глава 4 – Герри Кинн, Коди Бенкельман
Глава 5 – Навайиш Номан
Винай Визвамбхаран
Глава 6 – Байан Симс, Крейг МакКэйб
Глава 7 – Кевин Батлер, Дэниел Сигель
Глава 8 – Майк Мюллер, Герри Кинн
Петер Бекке
Глава 9 – Кристиан Хардер, Клинт Браун
Тони Мазон

Прочие авторы – Eric Rice, Greg Allord, Jamie Ritchie, Kass Green, Kathryn Keranen, Kathryn Sullivan, Lawrie Jordan, Lyn Malone, Matt Artz, Mark Romero, Sarah Parcak

Благодарности

Использовались материалы множества картографов и специалистов по изучению данных компании Esri. Благодарим Aileen Buckley, Allen Carroll, Andrew Skinner, Jennifer Bell, Jim Herries, John Nelson, Kenneth Field, Lisa Berry, Nathan Shephard, Sean Breyer и Richie Carmichael.

Выражаем благодарность команде Learn ArcGIS: Bradley Wertman, Brandy Perkins, John Berry, Kyle Bauer и Riley Peake.

Особые слова благодарности Betty Martinez, Candace Hogan, Catherine Ortiz, Chris Andrews, Claudia Naber, Clayton Crawford, Cliff Crabbe, Dan Hedges, Dan Zimble, Dave Boyles, Dawn Wright, Eleanor Haire, Eric Laycock, Gisele Mounzer, Jeff Liedtke, Jeremy Schuyler, Jie Zhang, John Calkins, Kathleen Morgan, Kevin J. Butler, Michelle McDaniel, Mike Kataoka, Mike Livingston, Peng Gao, Renee Brandt, Sandi Newman, Steve Pablo, Veronica Rojas и Wei Ying за поддержку проекта, отзывы и данные.

И наконец отдельно говорим спасибо сообществу специалистам по работе со снимками дистанционного зондирования и ГИС-специалистам всего мира, использующему в работе технологии ArcGIS, за ваш удивительный труд.

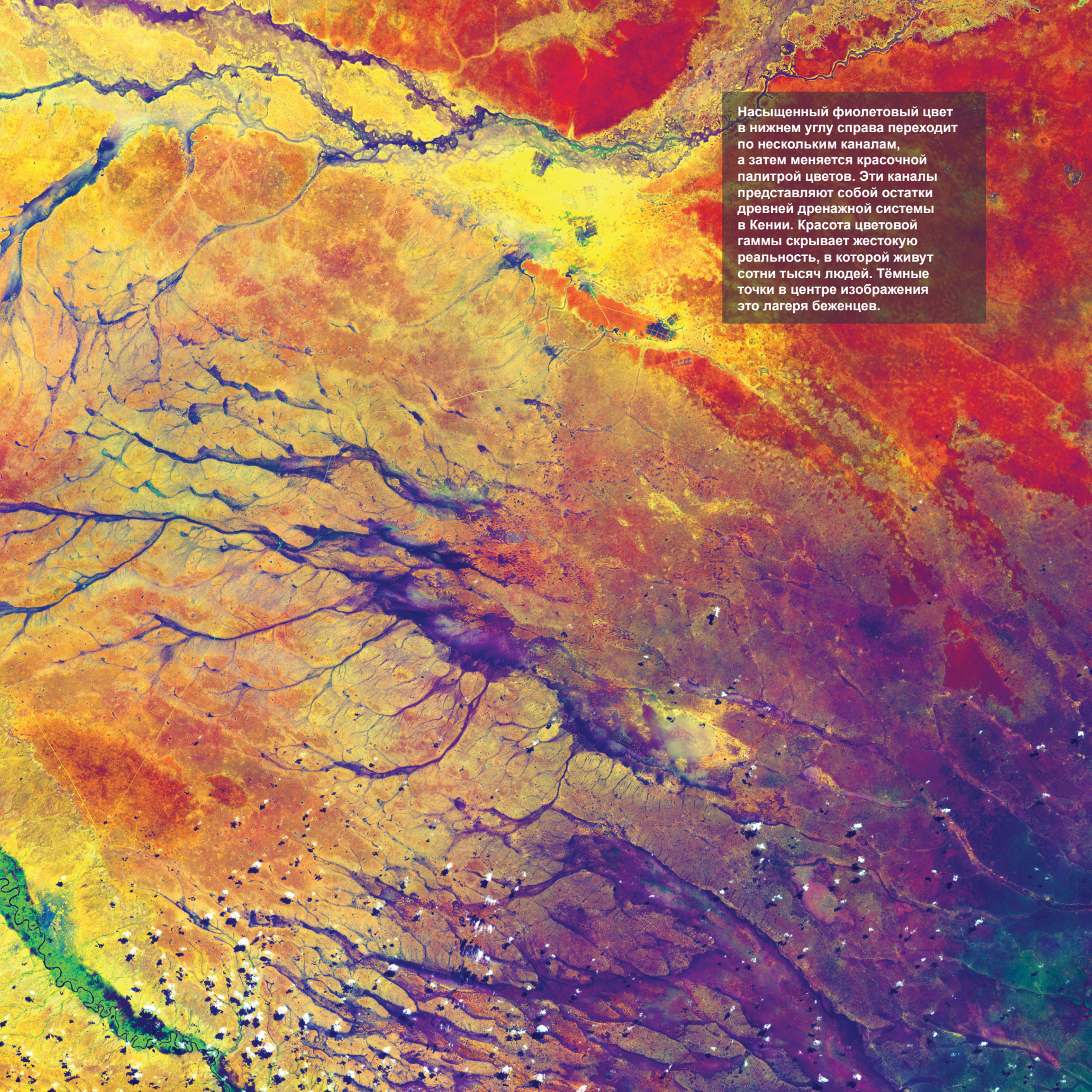
Сведения об авторах

Страница Сведения об авторах

viii, ix Тени от облаков: USGS, Landsat 8.
1, 2 Изображения как ключ к знанию: Изображение предоставлено DigitalGlobe.
3 Стереоскопические изображения: фотография получена от Operation Crossbow: «Как 3D-очки помогли победить Гитлера». Источник BBC News / BBC Sport / bbc.co.uk - © 2011 BBC.
4 Голубой шар: экипаж NASA/Apollo 17, снято Гаррисоном Смиттом или Роном Эвансом.
Базз Алдрин на поверхности Луны: экипаж NASA/Apollo 11, снято Нилом Армстронго4 Нил Армстронг: Один маленький шаг первой прогулки по Луне.
5 Базовая карта с отмывкой Landsat: Esri, Геологическая служба США (USGS), Национальное управление по аэронавтике и космонавтике (NASA).
5 Landsat: Раскрываем секреты Земли: Esri, HERE, DeLorme, NGA, Геологическая служба США (USGS), Национальное управление по аэронавтике и космонавтике (NASA).
6 Данные дистанционного зондирования высокого разрешения: Esri, Earthstar Geographics, HERE, DeLorme.
7 Дыхательные диапазоны снега и льда: Esri, Visible Earth, NASA.
7 Индекс влажности: Сухо или влажно? Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, USGS.
8 Общедоступная карта неблагоприятных погодных условий: Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, USGS, EPA, NPS | AccuWeather, Inc. | © 2013 Esri.
8 Сан Франциско в 1859 и сейчас: Esri, SFEI & Quantum Spatial, USDA FSA, Microsoft, Коллекция исторических карт David Rumsey.
11 Карта растительного покрова мира: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS | Источник: MDAUS | Esri, HERE.
12 Интересные места: Esri, USDA, FSA, Microsoft.
12 Отмывка, которой все могут пользоваться: Esri, USGS, NOAA, DeLorme, NPS, CGIAR.
12 3D-сцена из аэрофотоснимка: Esri, USDA, FSA, Microsoft.
13 Дельта реки Лены, Россия: USGS, Landsat NASA, Esri, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS.
14 Вулкан Колима, Мексика: Esri, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, Геологическая служба США (USGS), Национальное управление по аэронавтике и космонавтике (NASA).
14 Гималайские горы: Esri, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS.
14 Река Риу-Негру, Бразилия: Esri, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS.
15 Восход Земли: NASA.
16 Поиски жидкой воды на Марсе: Esri, NASA, JPL-Caltech, Аризонский университет.
16 Новые горизонты: раскрывая секреты Плутона: Esri, NASA.
16 Есть ли жизнь на Марсе?: Кен Филд, Esri, Лазерный высотомер марсианского орбитального зонда (MOLA), инструмент MGS (NASA/JPL/GSF) с точностью приблизительно 463m/px. Официальная номенклатура IAU/USGS, одобренная ГИС-лабораторией MRCTR (USGS). Данные NASA.
17 Learn ArcGIS: Esri.
18 Начало работы со спутниковыми изображениями, Learn ArcGIS: Esri.
19, 20 Рекогносцировочный полёт Армии США: Национальные архивы США
21 Самолёт с рекогносцировочной камерой на борту: Королевский лётный корпус.
22 Сан-Франциско в руинах, снято Лоренсом с самолёта, 2000 футов над бухтой Сан-Франциско: фото Geo. R. Lawrence Co.,
Панорамные фотографии, Библиотека Конгресса, номер репродукции LC-DIG-ppmsca-07823 DLC.
22 MRBM Site 1, Сан-Кристобаль, Куба, 23 октября 1962 г.: Правительство США
Рекогносцировочный снимок.
23 Landsat 8: НАСА/Геологическая служба США, Министерство внутренних дел.
23 Helios: NASA.
23 Syncom: NASA.
23 Земля, снятая с Apollo 17: NASA.
24 Lockheed SR71 Blackbird: Tsgt. Michael Haggerty, USAF.
24 Частный БПЛА 3DR Solo: © 3DR.
24 Беспилотный летательный аппарат ВВС США RQ-2B: Фото Помощник фотографа 2-го класса Class Daniel J. McLain.
24 Вертолёт: по лицензии CC-by-1.0.
24 Cessna 172 модель R182 D-FRZE © Nick Dean.
24 Автомобиль HERE, оборудованный GPS, LIDAR и камерами: © Nokia HERE.
24 Голубой шар: экипаж NASA/Apollo 17, снято Харрисоном Шмиттом или Роном Эвансом.
25 Большие дыры: Esri, Earthstar Geographics, National Geographic (ресурсы могут не соответствовать текущей политике картографии National Geographic), DeLorme, HERE, UNEP-WCMC, USGS, NASA, ESA, METI, NRCAN, GEBCO, NOAA, дополнил P Corp.
25 Лесные районы Европы © EEA, Копенгаген, 2012; EEA, Копенгаген, 2014; Esri; DigitalGlobe; GeoEye; Earthstar Geographics; CNES/Airbus DS; USDA; USGS; AEX; Getmapping; Aerogrid; IGN; IGP; swisstopo; HERE; DeLorme; MapmyIndia; участники © OpenStreetMap и сообщество пользователей ГИС.
25 Без крыши над головой: Esri, UNHCR, Airbus Defense and Space, PesentiStory.
26 Воздействие Эль-Ниньо на Флориду: Министерство торговли США/NOAA, Национальная метеорологическая служба Залив Тампа/Раскин, Флорида.
26 Любезно предоставлено геологической службой Кентукки и Кентуккийским Университетом.
26 На реконструкции: проекты развития, находящиеся в разработке, для города Пфлагервилль, штат Техас: Esri.
26 Urban Observatory: © 2014 Esri, Richard Saul Wurman & RadicalMedia.
26 Ураган Сэнди: карта последствий: Esri, Microsoft, NOAA, HDDS, USGS, HERE, DeLorme, MapmyIndia, участники © OpenStreetMap, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo и сообщество пользователей ГИС.
27 Базовая карта изображений: Esri, Earthstar Geographics, HERE, DeLorme.
27 Снимок высокого разрешения: Esri | Earthstar Geographics
27 Перистые облака над Южными Сандвичевыми Островами: Earthstar Geographics,
Мы благодарим за возможности использовать снимки в режиме, близком к реальному времени, из системы EOS (LANCE) и сервисов Global Imagery Browse Services (GIBS), обслуживаемых NASA/GSFC/Earth Science Data and Information System (ESDIS, http://earthdata.nasa.gov) за счёт финансирования NASA/HQ. | Esri, HERE, DeLorme.
27 Спектрозональный Landsat: Esri, USGS, AWS, NASA.
27 Панхроматический Landsat: Esri, USGS, AWS, NASA.
28 Dogami Lidar Data Viewer: Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, участники © OpenStreetMap и сообщество пользователей ГИС.
28 Water Column Sonar Data: National Geophysical Data Center (2014): Water Column Sonar Data Collection. National Geophysical Data Center, NOAA.
28 ArcGIS Viewer for Flex: Esri; сервис радаров WMS любезно предоставил Университет штата Айова.
29 Спутниковая карта: Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, NASA.
30 Streetlevel: Mapillary.
30 Линза реальности: HERE.
31 Разрешение Mission Inn: Esri, Riverside, Microsoft.
31 Разрешение Mission Inn: Esri, USDA Farm Service Agency.
32 Фото Jim Block.
33 MODIS: Дневной вид Земли: Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, USGS | Мы благодарим за возможности использовать снимки в режиме, близком к реальному времени, из системы EOS (LANCE) и сервисов Global Imagery Browse Services (GIBS), обслуживаемых NASA/GSFC/Earth Science Data and Information System (ESDIS, http://earthdata.nasa.gov) за счёт финансирования NASA/HQ.
33 Living Atlas of the World: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
33 Landsat: Раскрываем секреты Земли: Esri, HERE, DeLorme, NGA, Геологическая служба США (USGS), Национальное управление по аэронавтике и космонавтике (NASA).
33 GLDAS: Новый взгляд на круговорот воды в природе: Esri.
34 ArcGIS Earth: Esri.
35 Обработка изображений: снимок любезно предоставлен DigitalGlobe.
38 GLDAS, осадки: Esri, HERE, FAO, NOAA, NASA.
38 Почвенно-растительный покров США 2011: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
38 Снимки Новой Зеландии: Esri, предоставлено LINZ Data Service и лицензировано на использование согласно Creative Commons Attribution 3.0 New Zealand License.

38 Landsat 8 (Shortwave Infared): Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
38 История наводнений города Чарлстон (шт. Южная Каролина, США): USDA FSA, DigitalGlobe, GeoEye, Microsoft, CNES/Airbus DS, NOAA Office for Coastal Management, Esri, HERE, DeLorme.
38 Базовая карта рельефа с отмывкой: © 2014 Esri; Источники: Esri, DeLorme, USGS, NPS.
39 Фото Christian Harder.
41 Базовая карта с отмывкой Landsat: Esri, Геологическая служба США (USGS), Национальное управление по аэронавтике и космонавтике (NASA).
41 Сезонные изменения: Earthstar Geographics | Esri, HERE, DeLorme
42 Ортотрансформированный снимок: World Elevation Service, Esri, NASA, NGA, USGS.
43 Landsat 8 (Границы суши/воды): Город Новый Орлеан, Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS, NASA.
43 Landsat 8 (Near Infared, Bureau of Land Management, Esri, HERE, DeLorme, Intermap, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
43 Landsat 8 (True Color): город Хантсвилл, округ Монтгомери, Esri, HERE, DeLorme, Intermap, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
43 Landsat GLS (анализ растительности, город Хантсвилл, округ Монтгомери, Esri, HERE, DeLorme, Intermap, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS, NASA.
44 Снимок USA NAIP: VITA, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, METI/NASA, EPA, USDA | Esri, USDA Farm Service Agency | VITA, Esri, HERE, DeLorme
44 USGS Historical Topographic Map Explorer: Город Новый Орлеан, Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
44 The Scientific Data Discovery and Explorer: Esri, GEBCO, IHO-IOC GEBCO, NGS, DeLorme.
47 Базовая карта Северного ледовитого океана: Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA NGDC, NOAA,
National Geographic, HERE, Geonames.org и другие.
47 Базовая карта Северного ледовитого океана (экстент морского льда): Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA NGDC, National Snow and Ice Data Center, National Geographic, HERE,
Geonames.org и другие.
48 Джек Данджермонд и профессор Дон Райт — 2012 год, Esri Oceans Summit: Esri.
49 Снимки Landsat Imagery/сервисы изображений: Esri, USGS, Landsat NASA.
51, 52 Снимки Landsat Imagery/сервисы изображений: Esri, USGS, Landsat NASA.
53 Вулкан Момотомбо: Esri, HERE, DeLorme, USGS, METI/NASA.
54 Круглый мир - Национальный парк Эгмонт, Новая Зеландия: Esri, Earthstar, CNES/Airbus DS.
54 Изображения—Ньюфаундленд: Сент- Джонс, DigitalGlobe, GeoEye | Esri, HERE, DeLorme, NRCan.
56 Landsat 8 Panchromatic & Pansharpened: IGN, Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA.
56 Landsat GLS (Agriculture): Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA, NASA.
56 Индекс влажности: Сухо или влажно? Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, USGS.
57 Динамика и опасности берегов: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS | ROLNP, 2014.
58 Мониторинг опасных наводнений: © CNES 2013-2014, Distribution Airbus DS.
58 Снимки горных пород для разведки минералов : Digital Globe; снимки обработаны MDA Information Systems LLC.
59 Copernicus: © CNES 2013-2014, Distribution Airbus DS.
60 Фото Landsat 8: NASA.
60 Фото Landsat 8: NASA.
60 Обзор миссии по обеспечению непрерывности данных Landsat: NASA.gov.
61 Sentinel-2 следит за бурей водорослей: ESA.
62 Красная грань: MicaSense, город Саскатун (Саскачеван, Канада), бюро управления земельными ресурсами, Esri, HERE, DeLorme, дополнил p, USGS, EPA, USDA, AAFC, NRCan.
64 Рельеф Кентукки: округ Монтгомери, Esri, HERE, DeLorme, дополнил p, Intermap, USGS, METI/NASA, EPA, USDA | KYAPED Partners, DGI.
64 Оползень в Осо до/после: Puget Sound Lidar Consortium, с использованием снимков ArcGIS Online. (поверхности получены в середине 2013 года), WSDOT, USGS.
65 Динамика и опасности берегов: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS | ROLNP, 2014.
65 NEXRAD Гавайи: Earthstar Geographics | Esri, HERE, DeLorme.
66 Термальный инфракрасный снимок: MRLC, Бюро земельных ресурсов, штат Орегон, State of Oregon DOT, State of Oregon GEO, Esri, HERE, DeLorme, INCREMENT P, Intermap, USGS, METI/NASA, EPA, USDA, Лесная служба США.
66 Видео #2—новый выброс газа на склоне Портер-Ранч (12/10/15): mmforthepeople.
67 Гиперспектральные сигнатуры образцов песка Samples: Esri; Donna Selch, Caiyun Zhang, Anton Oleinik и Hannah Cooper, Флоридский Атлантический университет.
68 3D-вид 2-µm региональной карты полезных ископаемых, драпированной на топографическую карту Google™ Earth (3-кратное вертикальное преувеличение). Снимок AVIRIS не попал на горную местность к северу от холмов Каприт и Голдфилд, поэтому там мы видим цвета базовых изображений из Google™ Earth.
68 Сара Паркак: верхнее фото Louise Bray, BBC; нижнее фото Ryan Lash @ TED.
69 Вид из Drone2Map for ArcGIS: Данные © 2015 Falcon Eye Drones. Все права защищены. Delair-Tech DT-18 Drones.
70 Дополнительный модуль Esri's ArcGIS Full Motion Video демонстрировался на GEOINT 2015: GPS World.
71 Living Atlas of the World: Esri.
72 Плотина «Три ущелья» на реке Янцзы, Китай: фото Le Grand Portage под лицензией CC-by-2.0.
72 Озеро Поянху сокращается из-за постоянный засух: фото Xinhua/Zhou Ke © 2014 Xinhua, english.news.cn. Все права защищены.
73 Превращение изображений в информацию: USGS.
75 Экологические коридоры для кугуаров в Южной Калифорнии: Округ Лос-Анджелес, бюро земельных ресурсов, Esri, HERE, DeLorme, Intermap, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
76 Сомкнутость крон деревьев: город и округ Гонолулу, Esri, HERE, DeLorme, USGS, METI/NASA, NGA, EPA, USDA | DPP, Holis, лаборатория пространственного анализа Вермонтского университета совместно с USDA Forest Service Northeastern Research Station.
76 Красная грань: MicaSense, город Саскатун (Саскачеван, Канада), бюро управления земельными ресурсами, Esri, HERE, DeLorme, дополнил p, USGS, EPA, USDA, AAFC, NRCan.
76 Отчёт о почвенно-растительном покрове региона Великих озёр: Earthstar Geographics | NOAA Office for Coastal Management | Esri, HERE, DeLorme.
77 Возрождение реки: Esri.
77 Поверхность берегов Surface: Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
78 Изучение сегментации мировых экосистем: Esri, GEBCO, DeLorme, NaturalVue, Metzger et al., 2012, ESA, GEO, USGS, WorldClim.
79 Анализ водонепроницаемых поверхностей: округ Монтгомери, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, EPA, USDA.
79 Глобальное сообщество наблюдений за лесами: Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia,
участники © OpenStreetMap и сообщество пользователей ГИС.
80 Как использовать данные почвенно-растительного покрова в качестве индикатора качества воды: Earthstar
Geographics | Department of Commerce (DOC), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Ocean Service (NOS), Office for Coastal Management (OCM) | US Census Bureau | Esri, HERE, DeLorme.
80 MN солнечная пригодность: mn.gov/solarapp.
81 Анализ видимости ветровой электростанции Свифт: DoBH, OS, Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA.
81 Решающие моменты в битве при Геттисберге: Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, METI/NASA, EPA, USDA.
82 Моделирование резких наводнений в семи-аридных бассейнах, USGS
The National Map: National Boundaries Dataset, National Elevation Dataset, Geographic Names Information System, National Hydrography Dataset, National Land Cover Database, National Structures Dataset и National Transportation Dataset; US Census Bureau—TIGER/Line; HERE Road Data.
82 Частота затопления почв в США: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS | Esri, HERE | Источник: USDA NRCS.
83 Почвы в горах Панош (Калифорния): Esri, HERE, DeLorme, increment p, NGA, USGS, USDA - NRCS, NGA, NASA, CGIAR, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen,GSA и сообщество пользователей ГИС.
85 Глобальное выпадение осадков: Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, NASA.
85 Наука и исследования Тихого океана: Esri.
86 NC 12 на северной оконечности острова Rodanthe on Hatteras в субботу 28 августа 2011 года, после урагана Ирена. Steve Earley | *The Virginian-Pilot*.
86 011 NOAA национальное геодезическое исследование (NGS), LIDAR в Северной Каролине:
Картографический продукт быстрого реагирования на последствия урагана Ирена: NOAA's Ocean
Service, Coastal Services Center (CSC).
87, 89 Шарлотта, Северная Каролина, Водонепроницаемые поверхности: Jefferson County (KY) Property Valuation Administrator.

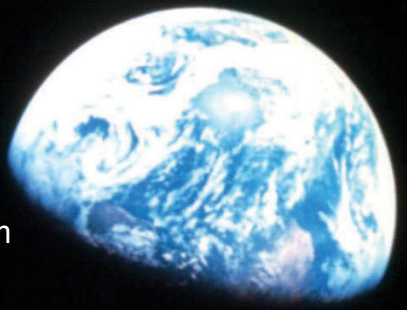
92 Облако точек Lidar с текстурированными зданиями в Сан-Франциско: Esri, EagleView Pictometry, NOAA.
93 Визуализация развития: MRLC, Oregon Metro, Bureau of Land Management, State of Oregon, State of Oregon DOT, State of Oregon GEO, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, EPA, USDA, US Forest Service.
95 3D во всех масштабах: Esri.
96 Глобальный масштаб: Esri, NASA.
96 Территория Esri в 3D: город Редлендс, округ Риверсайд, Bureau of Land Management, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, METI/NASA, USGS, EPA, USDA.
96 Монреаль, Канада, сцена: Esri, USDA FSA, DigitalGlobe, GeoEye, Microsoft, CNES/Airbus DS.
96 Территория Esri в 3D: город Редлендс, округ Риверсайд, Bureau of Land Management, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, METI/NASA, USGS, EPA, USDA.
97 Облако точек гидроэлектростанции Гранд-Кули, символы согласно кодам классов LAS: Esri, NOAA Coastal Services Center.
97 Детализированная лидарная съемка районов городе Петалума, (Калифорния) осуществленная командой ГИС-специалистов в округе Сонома: NOAA.
100 My Topo Scene: Esri, HERE, DeLorme, USGS, GA.
100 Изображение My Scene: Esri, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS.
101 Отдельно поверхности высот для «голой» земной поверхности и для растительности на ней: Fugro Geospatial, EarthData.
101 Сравнение Drone2Map: Данные © 2015 Falcon Eye Drones. Все права защищены. Delair-Tech DT-18 Drones.
102 Снимки Landsat Natural Color: Esri USGS, NASA, Landsat.
102 Карта мира National Geographic: National Geographic, Esri, DeLorme, HERE, UNEP-WCMC, USGS, NASA, ESA, METI, NRCnn, GEBCO, NOAA, INCREMENT P.
102 Модель 3D-зданий: Esri, Pictometry International.
103 Контуры зданий: Esri.
103 Модель 3D-деревьев: Esri.
107 Реалистичная текстурированная фото модель горы Монблан во Французских Альпах: Esri France, SRTM, NASA, Landsat, USGS.
107 3D-сцена из аэрофотоснимка, Индианаполис и Филадельфия, слои 3D-сцены: Esri, Pictometry International.
113 Катрина в 10: NOAA, Министерство торговли.
116 Сезонные изменения: Earthstar Geographics | Esri, HERE, DeLorme.
116 Решающие моменты в битве при Геттисберге: Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, METI/NASA, EPA, USDA.
116 Отслеживание засухи: Esri, HERE, FAO, NOAA | © 2015 National Drought Mitigation Center | © 2013 Esri.
117 Визуализация изменений Дубай: Farsi Geotech, HERE, DeLorme, USGS, METI/NASA, NGA.
117 Mile 216.3, Слияние рек Грин и Колорадо, вид вверх по течению от реки Райт (Stake 2429), 31 мая 1889 г. Фото Franklin A. Nims, 57RS35, собственность Национального архива США.
117 Mile 216.3, Слияние рек Грин и Колорадо, вид вверх по течению от реки Райт (Stake 2429), 24 марта 1997 года: фото Robert H. Webb, собственность USGS.
118 Ураган Катрина: NOAA (видео).
118 GLDAS влажность почв - копия: Esri, Earthstar Geographics, NASA.
118 Katrinahd1080.mp4: NOAA.
119 Человеческая деятельность меняет форму земной поверхности: базовая карта мира Esri, 1990 снимки Landsat.
119 Заглянуть в прошлое: USDA FSA, Microsoft | Коллекция исторических карт Дэвида Рамни.
122 Коллекция исторических карт Дэвида Рамни: www.davidrumsey.com.
122 Африка в 1787 году: Коллекция исторических карт Дэвида Рамни.
122 Исторические карты Питтсбурга: Питтсбургский университет.
122 Театр военных действий в Европе, Африке и западной Азии в 1942 году: Esri, © National Geographic Society.
123 USGS Historical Topographic Map Explorer: Город Новый Орлеан, Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS.
124 Исторические карты Нидерландов: Tijdreis.
125 Снимки городов Оклахома-Сити и Мур после торнадо, снято 22 мая 2013: Texas Parks & Esri, HERE, DeLorme, Intermap, USGS, NGA, EPA, USDA, NPS | Bearing Tree Land Surveying (http://www.btls.us/), Esri, Штат Оклахома.
125 Потенциальные области природных лесных пожаров в USA: Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA, USGS, EPA | Source: Институт моделирования пожаров (FMI), USDA Forest Service, Esri.
126 Прогноз осадков Национальной метеорологической службы: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
126 Снимки Иллинойса до и после нескольких торнадо в 2015: Microsoft | Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (NOAA), Национальная океаническая служба (NOS), Национальная геодезическая служба (NGS), Отдел Дистанционного зондирования | Esri, HERE, DeLorme, iPC.
126 Прогноз осадков Национальной метеорологической службы США: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
126 Катрина + 10: Как изменился Новый Орлеан за 10 дней: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
127 Living Atlas of the World: Esri.
128 Атлас меняющейся планеты: Esri.
128 Отслеживание изменений ландшафтов Коннектикута: Университет Коннектикута, Центр изучения землепользования (CLEAR).
128 Проект королевских приливов: Esri, NOAA, Earthstar Geographics.
129 72-часовой прогноз осадков Национальной метеорологической службы США: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
129 Прогноз 8.5 изменения среднегодовой температуры к 2050 году: Esri, GEBCO, DeLorme, NaturalVue, HERE, IPCC.
130 Подъём уровня моря и затопление прибрежных зон: Национальная океаническая служба NOAA.
131 Разрушения в Непале: Катманду до и после землетрясения в апреле 2015: Esri, CNES/Airbus DS | Airbus Defense and Space.
131 Убийство Авраама Линкольна: Esri.
131 Европейские города: Высокие температуры и долгие периоды жары: Esri.
132 Самутсонгкхрам, исторические изменения Таиланда: Esri, HERE, DeLorme, USGS, NGA.
133 Карта карьера для добычи железной руды около Солт-Лейк-Сити. ГИС строится на концепции слоёв: базовый слой карты, слой почв, слой климата и так далее: Esri.
135 Календарь полученных данных от Landsat 7: USGS.
136 NASA Флот наблюдения Земли: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio.
137 Приложение Landsat: город Редлендс, округ Риверсайд, Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
138 Landsat 8 – Интересные места: Esri, HERE, DeLorme, FAO, NOAA.
140 Цветные орто-снимки USGS Массачусетса 2013-2014 : USGS, MassGIS, Esri.
140 Глобальная карта растительного покрова: Университет Мэриленда, NASA, GOFC-GOLD.
141 Приложение с картой полярных областей с данными Landsat: Earthstar Geographics, Esri, USGS, NASA.
142 Landsat Global Land Survey: Esri, USGS, NASA Landsat.
143 Landsat Global Land Survey: Esri, USGS, NASA Landsat.
144 Наука и жизнь, доктор Катрин Салливан (видео): Esri.
144 Фото NOAA.
147 Необработанные лидарные данные: OpenTopography – часть набора данных округа Сонома.
147 Лидарные данные с цветовой классификацией: OpenTopography – часть набора данных округа Сонома.
147 Лидарные точки, которым назначены значения данные RGB: OpenTopography – часть набора данных округа Сонома.
147 Надстройка Full Motion Video: Esri.
149 Загрузка снимков из онлайн базы данных: Esri, USGS, NASA Landsat.
153 Транспорт Лос-Анджелеса: Снимок: Esri.
153 Веб-сайт Национальная карта: Правительство Австралии.
155 Берлин DOP20: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, AeroGRID, IGN, IGP, swisstopo | Geoportal Berlin, DigitalGlobe, Microsoft | iPC.
156 Карты, включающие ортофотомозаику, созданные с помощью Drone2Map и Solo-Copy: Город Олимпия, Бюро по управлению государственными землями, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, EPA, USDA.
157 Слои Landsat: Esri, HERE, DeLorme, NGA, USGS.
158 3D GPS активность: 33-км, 1:31-минутная прогулка на велосипеде: Esri, USDA, FSA, Microsoft.
158 Первый просмотр, с участием Окулуса Рифта (Esri CityEngine SIGGRAPH 13, Autobrine).
159 Сравнение ЦММ с ортофотоизображениями : Автор: DigitalGlobe, Microsoft | Salzburger Geographisches Informationssystem (SAGIS).
159 Карты, включающие ортофотомозаику, созданные с помощью Drone2Map и 3DR Solo: Город Олимпия, Бюро по управлению государственными землями, Esri, HERE, DeLorme, increment p, Intermap, USGS, EPA, USDA.
163 Кэтрин Керанен и Лин Малоне: Фото собственность К. Керанен и Л. Малоне.
164 Беспилотник 3DR Solo.



Насыщенный фиолетовый цвет в нижнем углу справа переходит по нескольким каналам, а затем меняется красочной палитрой цветов. Эти каналы представляют собой остатки древней дренажной системы в Кении. Красота цветовой гаммы скрывает жестокую реальность, в которой живут сотни тысяч людей. Тёмные точки в центре изображения это лагеря беженцев.

Изображения в **ArcGIS**

Современный подход. Новый взгляд.



Узнайте, как спутниковые изображения и данные дистанционного зондирования модернизируют ГИС. Книга Изображения в ArcGIS откроет вам новые стороны работы с ГИС, научив использовать богатейшие возможности работы с изображениями и данными ДДЗ.

Даже если вы просто любите географию, эта книга и её электронный вариант, который можно найти по адресу www.TheArcGISImageryBook.com предоставят вам широкое разнообразие великолепных, вдохновляющих, а иногда и тревожащих спутниковых изображений, а также ссылки на карты и мощные веб-приложения для работы с изображениями, которые содержат в себе чрезвычайно интересные истории о нашей планете и ставят перед нами актуальные вопросы и проблемы.

Будет интересна ГИС-специалистам и просто любителям географии.

Читайте эту книгу онлайн на сайте
www.thearcgisimagerybook.com

ISBN 978-1-58948-462-7
90000
9 781589 484627

147951 DUAL20M6/16sp
Напечатано в США

Категория: Географические Информационные Системы/Технология

esri PRESS