Л13. Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр



Лектор Кенесбаева А.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://arcreview.esri-cis.ru/2005/08/09/studying-and-monitoring-of-egp/

Начало систематического применения материалов дистанционного зондирования для изучения, картирования и мониторинга опасных геологических процессов относится к концу 70^{x} – началу 80^{x} г.г. XX в.

В этот период геологические службы СССР начали создавать сеть опытных полигонов, выбранных с учетом разнообразия природных и геологических условий.

Полигоны являлись своеобразной природной лабораторией по изучению возможностей применения материалов дистанционного зондирования для изучения и мониторинга опасных геологических процессов.

На основании результатов работ на опытных полигонах Геологическая служба включает данные ДЗЗ в качестве обязательной дистанционной основы в комплект геологических карт.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://arcreview.esri-cis.ru/2005/08/09/studying-and-monitoring-of-egp/

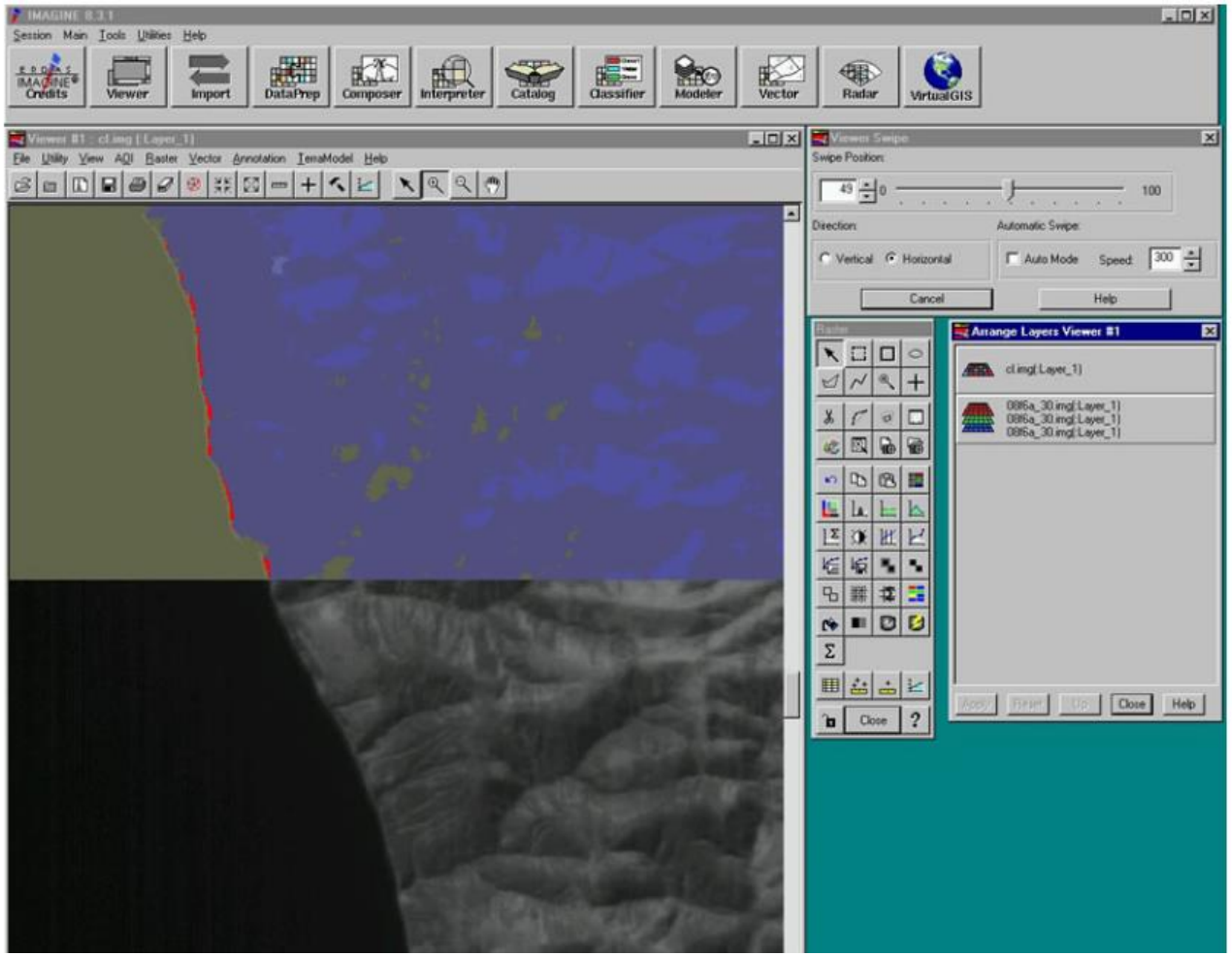


Рис.1 Результаты тематической обработки данных дистанционного зондирования (КС «МИР», МОМС-2П, 14.04.1999) при изучении и мониторинге процессов абразии на Черноморском побережье Кавказа.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

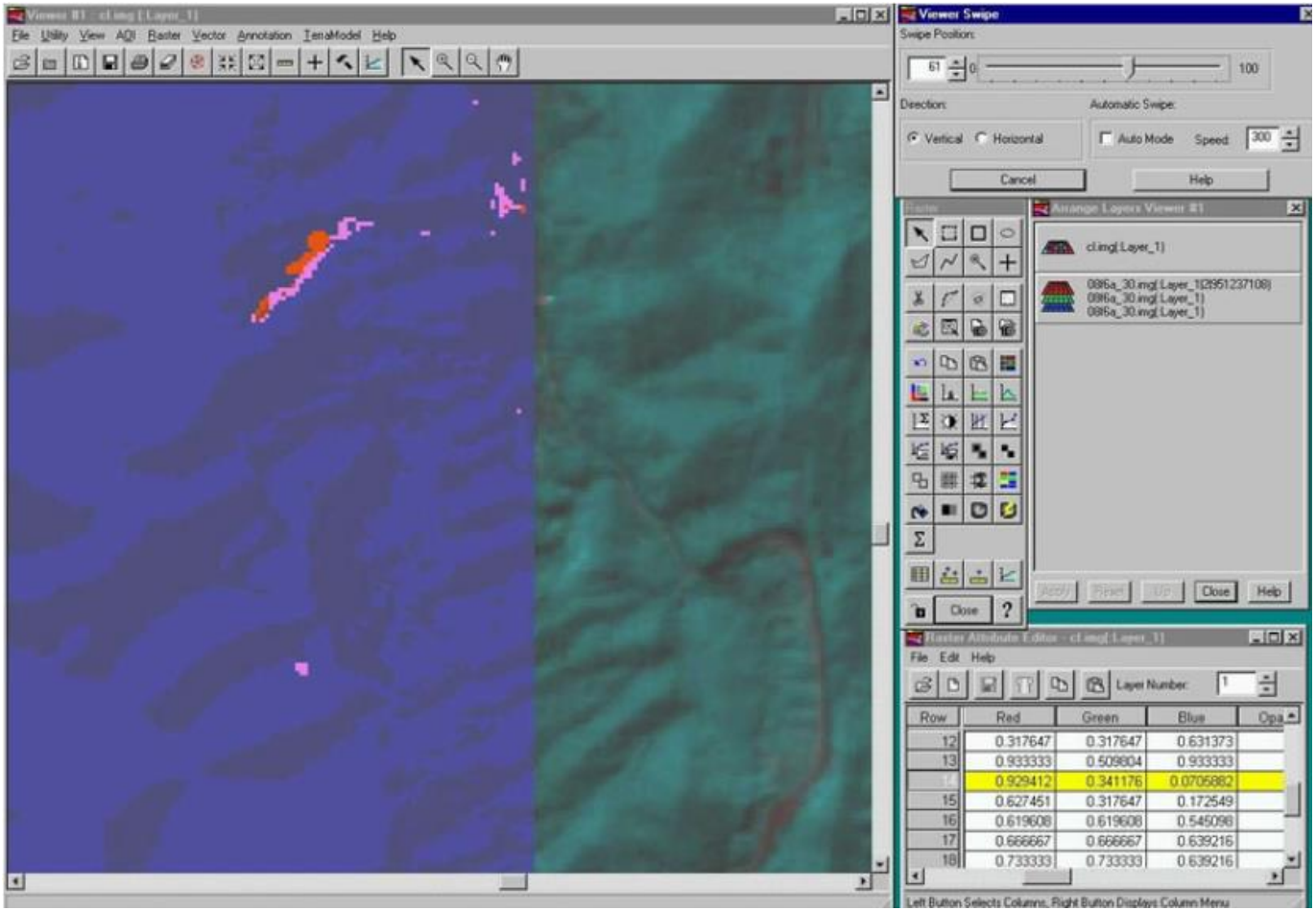


Рис.2 Результаты тематической обработки данных дистанционного зондирования (КС «МИР», МОМС-2П, 14.04.1999) — классификация изображения с последующим выделением объектов при изучении и мониторинге оползневых и других склоновых процессов на Черноморском побережье Кавказа. Вверху: Общий вид оползня-потока в с.Пшада (Краснодарский край, 26-31.12.1995).

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

Разрабатываются требования к использованию материалов дистанционного зондирования Земли при мониторинге опасных геологических процессов. Было определено, что объектами мониторинга средствами дистанционного зондирования Земли являются только те геологические явления, которые прямо или косвенно отражаются на материалах дистанционного зондирования и которые могут быть уверенно выделены и диагностируемы по данным, получаемым дистанционными методами (рис. 1-3).

Обработка материалов дистанционного зондирования должна обеспечивать:

- обнаружение участков активизации и границ опасных геологических явлений, их типизацию и оценку, определение площади воздействия;
- качественную и количественную оценку показателей и параметров опасных геологических явлений;
- оценку масштабности опасных геологических явлений за цикл наблюдений, определение изменения уровня опасности и воздействия на землепользование;
- изучение факторов активизации опасных геологических явлений, включая оценку техногенного воздействия;
- оценку влияния опасных геологических явлений на населенные пункты и хозяйственные объекты.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр



Рис.3 Выявление по данным IRS (съемка 25.10.2004) развития оползневого тела объемом до 2 млн. $м^3$, перекрывшего речную долину (Северный Кавказ), что привело к формированию подпрудного озера выше завальной плотины.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

При интерпретации и обобщении данных мониторинга опасных геологических явлений дистанционными методами, в случае необходимости, привлекаются данные, полученные по наземной сети наблюдений.
Информация, получаемая с использованием средств дистанционного зондирования Земли, должна быть достаточной для ведения с использованием ГИС-технологий дежурных карт геологических опасностей.

Другим важным направлением использования материалов дистанционного зондирования Земли является оценка техногенного воздействия на окружающую природную среду, выполняемая, в частности, при ведении экологического мониторинга.
Целевая тематическая обработка материалов зондирования традиционно обеспечивает оценку изменений состояния поверхностных водных объектов и земельных ресурсов.

Пример тематической обработки материалов зондирования (КА Ресурс-О, МСУ-Э) района функционирования крупного объекта недропользования – Михайловского ГОКа (Курская обл.) приведен на рис. 4.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

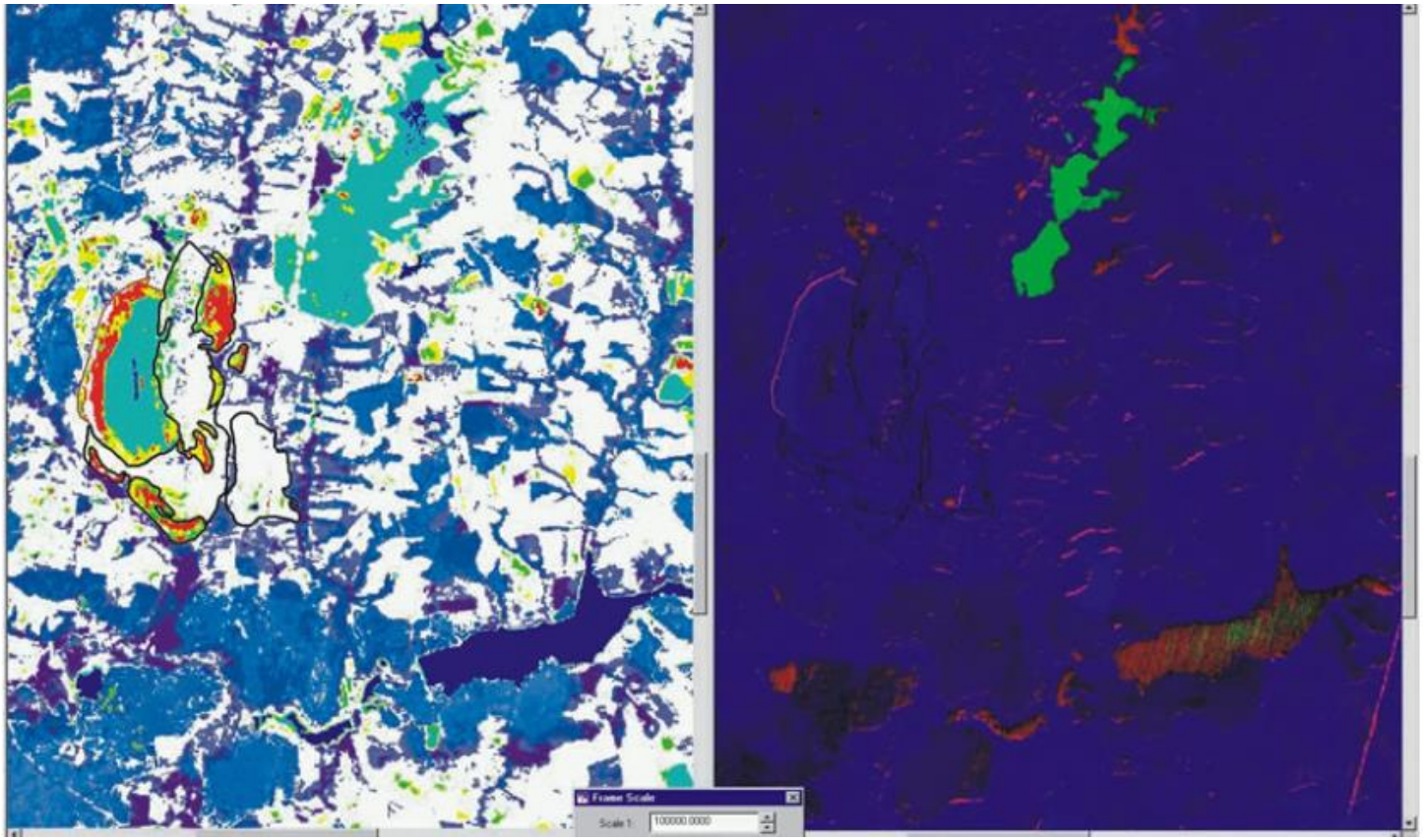


Рис. 4. Тематическая обработка материалов дистанционного зондирования с использованием ERDAS IMAGINE в интересах экологического мониторинга (Михайловский ГОК). Слева: анализ состояния отвалов карьера — красным цветом показаны участки, слагаемые с поверхности коренными породами, соответствующие в пределах контуров отвалов “свежим” отсыпкам; справа: анализ влияния разработки карьера на состояние водоемов района — четко прослеживается хвостохранилище ГОКа (зеленный оттенок) и проявляются следы техногенного воздействия (загрязнения — ?) на водохранилище.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

Классификация дистанционных данных по спектральным характеристикам позволила:

- ✓ оценить состояние отвалов карьера;
- ✓ оконтурить действующие участки отвалообразования и участки «старых» отвалов, включая площади самозалесения;
- ✓ выявить следы техногенного воздействия на водохранилище.

Таким образом, в геологических и экологических работах методы дистанционного зондирования Земли давно и успешно используются как при проведении геолого-съемочных, в том числе эколого-геологических, работ, так и при ведении государственного мониторинга состояния недр (включая мониторинг развития опасных геологических процессов), как одной из компонент государственного экологического мониторинга.

Получаемые в настоящее время материалы космических съемок по своим параметрам, прежде всего по разрешающей способности, удовлетворяют требованиям как среднемасштабного, так и крупномасштабного инженерно-геологического и эколого-геологического картирования, задачам ведения мониторинга состояния недр.

Они также обеспечивают возможность режимных наблюдений на отдельных участках проявлений опасных геологических процессов.

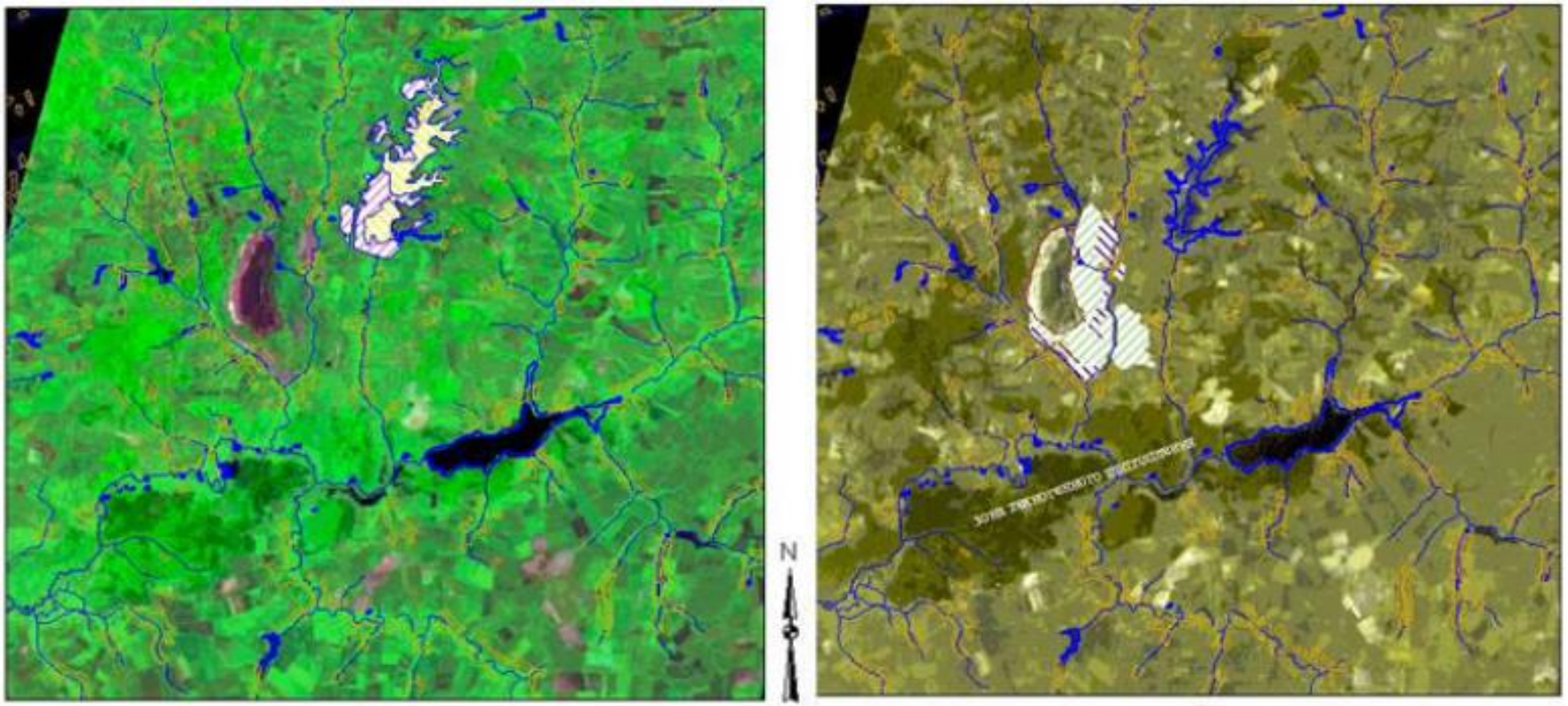


Рис. 5. Использование данных космических съемок (Ресурс-О, МСУ-Э) для решения задач мониторинга месторождений полезных ископаемых
а. Анализ структуры и состояния хвостохранилища Михайловского ГОКа;
б. Анализ состояния отвалов

Рис. 5. Использование данных космических съемок (КА Ресурс-О, МСУ-Э) для решения задач мониторинга месторождений полезных ископаемых: а) Анализ структуры и состояния хвостохранилища Михайловского ГОКа; б) Анализ состояния отвалов.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://zolotodb.ru/article/11854

Дистанционное зондирование имеет несколько основных областей применения: геологическое картографирование, структурное картографирование, картографирование литологии, изучение гидрологии, а также ряд второстепенных, например, логистическое обеспечение, рекультивация и т.п.
Помимо сказанного выше, дистанционное зондирование дает возможность изучения различных гидрологических особенностей, в частности пространственного распределения и динамики гидрологических явлений.

Среди примеров использования данных методов в области гидрологии можно выделить оценку влажности почвы, изучение снежного покрова, мониторинг оледенения рек и озер, картирование и мониторинг наводнений, мониторинг динамики ледников, картографирование дренажных бассейнов и т.д.

Существует достаточно много различных систем дистанционного зондирования, например, многоспектральных и гиперспектральных:
- спутниковые системы ALI, EOS, EOS (Terra), Landsat (рис. 1), Hyperion;
- авиационные системы — MASTER, SEBASS, AVIRIS, HyMAP.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://zolotodb.ru/article/11854

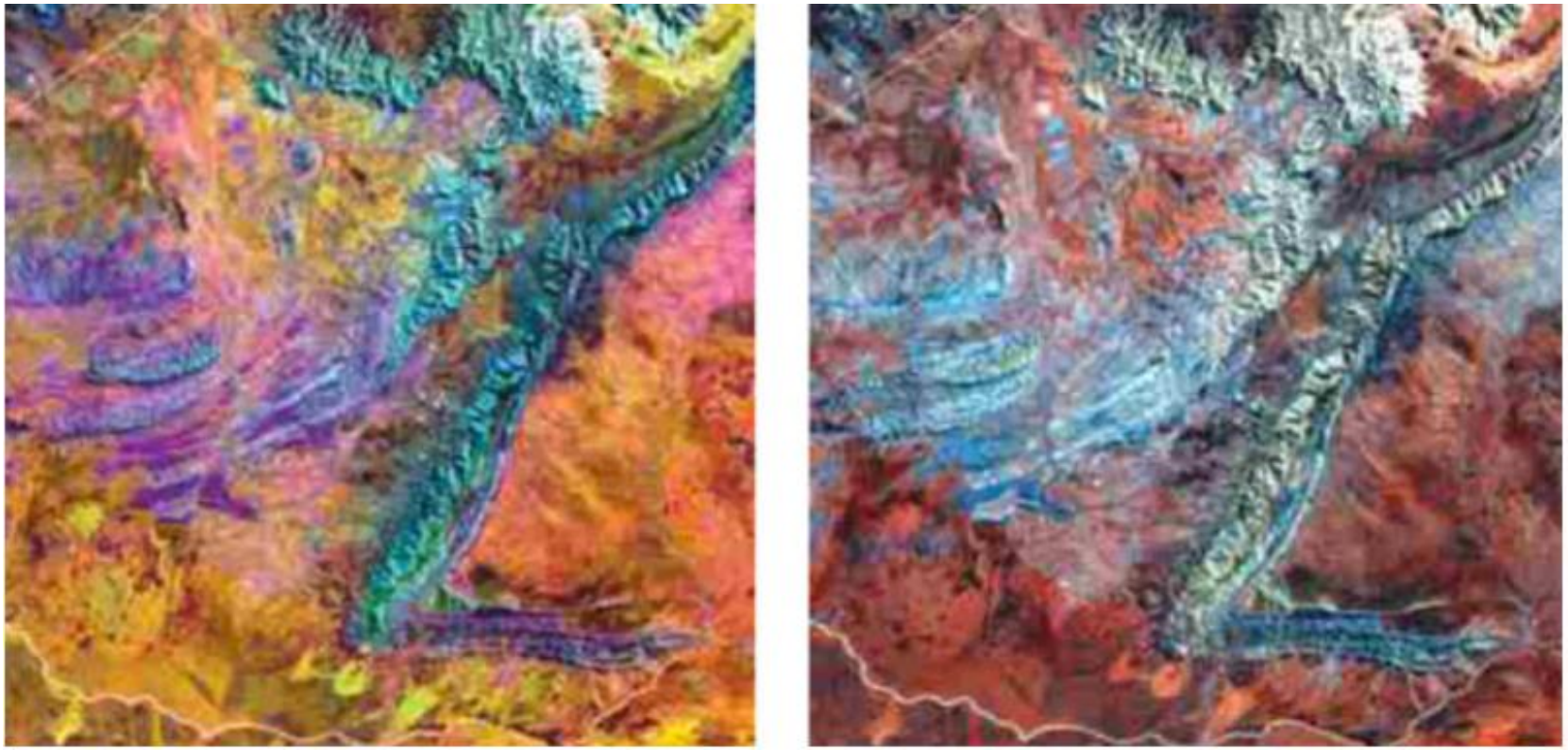


Рис. 1. Варианты спутниковых изображений участка в Северной Австралии, полученные с помощью спутника Landsat 8. Слева: оттенками пурпурного и синего цвета отмечены выходы пород (кварцевого порфира, базальта и кварцита); оттенками желтого, коричневого и зеленого — изменения геологии реголита. Справа: отмечено высокое содержания в почве оксидов железа естественного цвета; оттенки синего, серого и бежевого — отмечены выходы пород (Источник: «MICROMINE»)

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://zolotodb.ru/article/11854

Дистанционное зондирование в разведке

Разведка месторождений полезных ископаемых — сложная и комплексная задача, для эффективного решения которой специалист нуждается в максимально возможном количестве актуальной информации об исследуемом объекте или участке.

Данные анализируются, на их основе составляется оценка участка на возможное наличие месторождений.

В комбинации с традиционными (геологическими, геофизическими, геохимическими и др.) методы дистанционного зондирования позволяют повысить объективность геологических знаний о структуре литосферы, проявлениях геологических процессов, эффективность разведки месторождений, анализа техногенного воздействия на окружающую среду.

Изначально основной сферой применения методов дистанционного зондирования были сравнительные исследования. Так, если в определенном районе находили месторождение золота, аэрофотоснимки участка сравнивали со снимками других районов для поиска общих геологических особенностей, которые могут служить указанием на наличие запасов ценного сырья.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://zolotodb.ru/article/11854

Разработка методов создания многоспектральных изображений и составления специальных карт открыла возможность дистанционного картографирования поверхности. Они позволяют быстро и экономично составлять карты участков большой площади.

Благодаря спектрам сканирования ученые научились каталогизировать различные свойства грунтов, пород и растительности. Среди наиболее ценных данных, которые можно получить таким способом, являются сведения, указывающие на выветривание и геологические изменения месторождений.

Так, например, на основе спектров можно с высокой долей уверенности различать глинистые и оксидные материалы.

Фундамент любой геологоразведочной программы — геологическое картографирование. Этот процесс включает в себя изучение элементов ландшафта, различных образований, недр, позволяет составить понимание физических процессов формирования и изменения земной коры.

При этом данные дистанционного зондирования в сочетании с информацией из других источников предоставляют важные сведения по литологии, составу и видоизменению пород, топографии поверхности, геоморфологии и пр.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://zolotodb.ru/article/11854

Дистанционное зондирование при геологических изысканиях используют в частности для выполнения следующих задач:

- Картографирование месторождений и коренной породы (рис. 2).
- Литологическое картографирование.
- Структурное картирование.
- Разведка месторождений минерального сырья.
- Нефтегазопоисковая разведка.
- Изучение геологии окружающей среды.
- Изучение геоботаники.
- Картографирование и мониторинг осадочных отложений.
- Картографирование и мониторинг возможных источников опасности.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

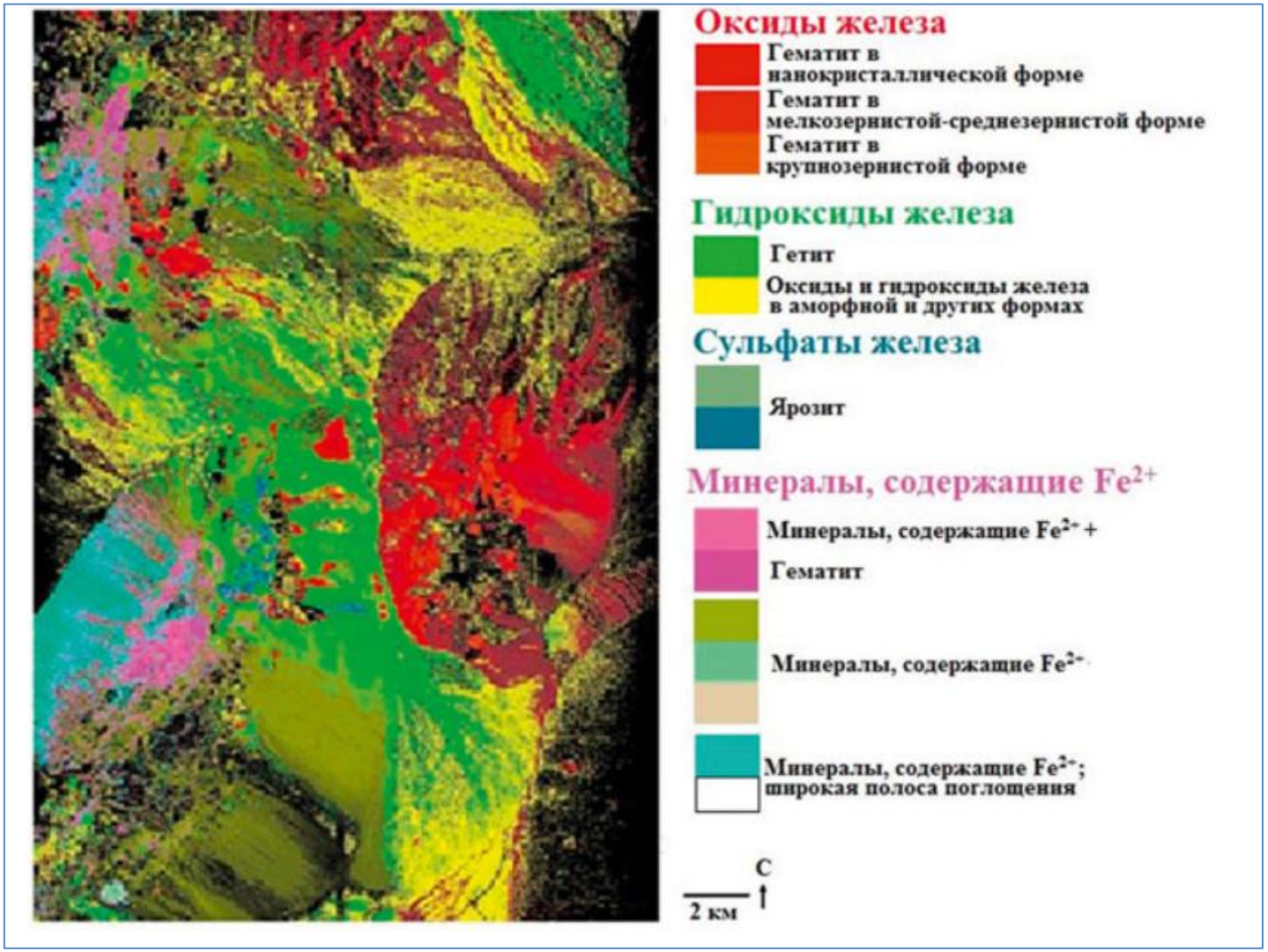


Рис. 2. Результаты картографирования путем анализа в ближнем инфракрасном диапазоне участка в Неваде, США (по Bedini, 2017)

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

К числу актуальных примеров использования дистанционного зондирования в разведке можно отнести работу исследователя из Университета Алабамы в Бирмингеме (англ. University of Alabama Birmingham) в США Реда Эль-Арафи (Reda El-Arafy), который занимается разработкой методов использования спутниковых данных наблюдения за поверхностью Земли для поиска руд урана и других металлов.

Используемые на спутниках георадары способны анализировать грунт на глубину не больше пары сантиметров, однако ценное сырье залегает, как правило, значительно глубже.

Согласно университетской онлайн-публикации, Р. Эль-Арафи удалось идентифицировать определенные электромагнитные спектры, служащие своего рода «подписью» наличия на некоторой глубине урана и золота, при этом точность разработанного метода достигает 90%.

Основные преимущества и недостатки

Дистанционное зондирование — ценный инструмент в активе геологоразведчика, предоставляющий релевантную информацию с экономией времени и средств. Лучше всего этот метод подходит для поиска месторождений минерального сырья высокой стоимости, например алмазов и золота. Хотя дистанционное зондирование не может точно указать на местоположение крупной залежи, полученные с его помощью данные могут быть использованы для проведения узких изысканий на более мелких участках.

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

Появление возможности синтезировать данные различного типа стало для геологоразведки огромным шагом вперед.

Так, результаты бурового опробования можно скомбинировать с топографическими картами, аэрофотоснимками, структурными картами, данными по содержанию ценного компонента. Синтез имеющихся данных существенно увеличивает точность и эффективность разведочных работ.

Здесь необходимо отметить одно из основных ограничений применения методов дистанционного зондирования в разведке, а именно глубину исследования поверхности: от нескольких микрометров с использованием датчиков близкой инфракрасной области спектра до нескольких сантиметров с использованием датчиков тепловой инфракрасной и микроволновой области спектра.

По этой причине в процессе интерпретации данных в определенной мере приходится полагаться на косвенные свидетельства наличия месторождения, например геологические условия, зоны измененных пород, связанные породы, продукты окисления, морфологию и т.п.

С этой точки зрения, по всей видимости, все более важную роль будут играть мульти-спектральные и гиперспектральные методы, позволяющие описывать минералогию (рис. 3).

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

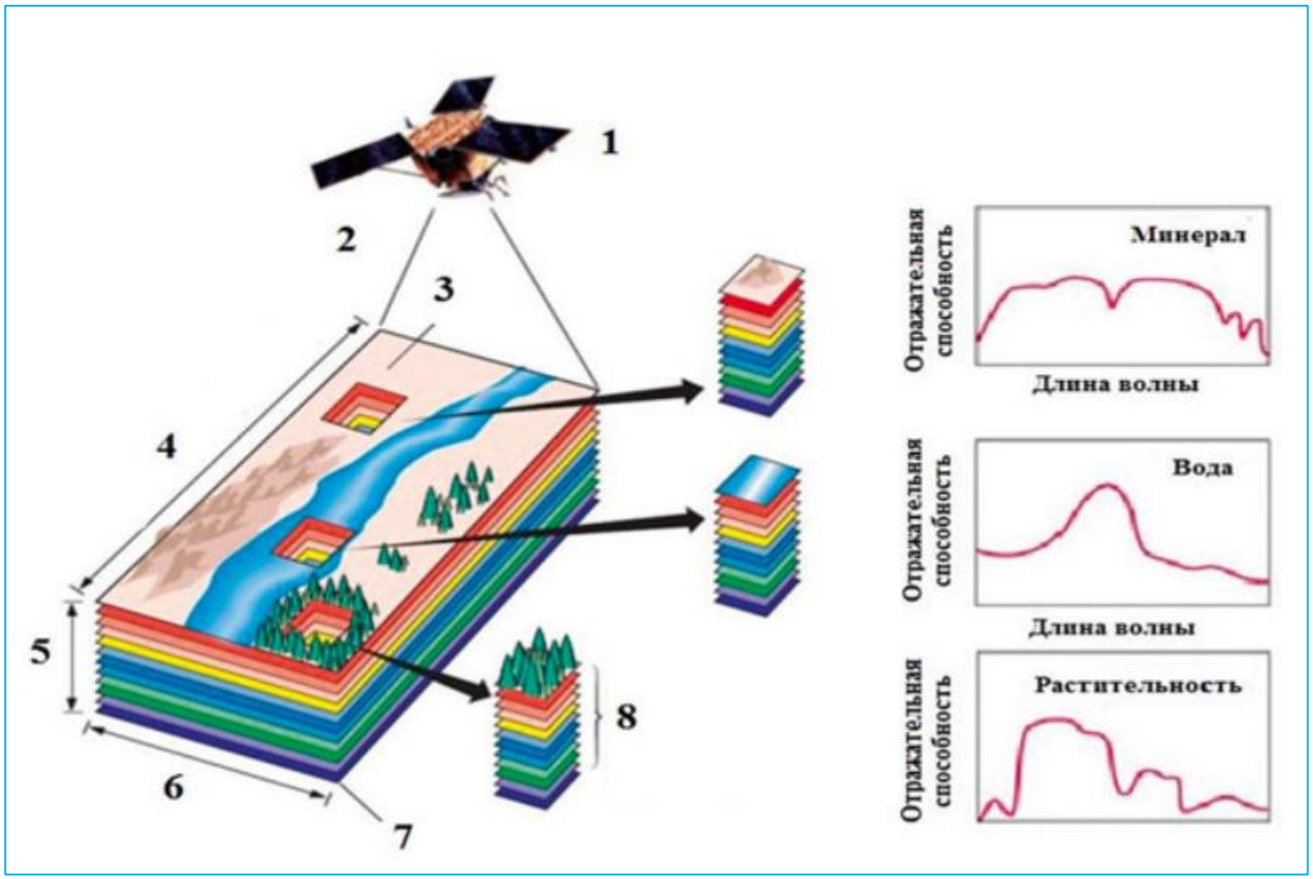


Рис. 3. Схема получения гиперспектральных изображений: (1) космическая гиперспектральная система; (2) полоса обзора; (3) поверхность Земли; (4) разрешение по путевой дальности космического аппарата; (5) спектральное разрешение; (6) полоса обзора; (7) спектральные изображения фиксируются одновременно; (8) каждый пиксель содержит отобранный спектр, используемый для определения типов присутствующих материалов по их отражательной способности (по Bedini, 2017)

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

Примеры использования дистанционного зондирования в других областях

Отдельно следует выделить использование дистанционного зондирования в защите окружающей среды и рекультивации (например, на нескольких рудниках в ЮАР), в частности в регулярном анализе наличия и распределения влаги в материале хвостохранилища, в определении утечек, контроле выхода подземных вод на поверхность, что позволяет повысить качество проектирования и экономичного обслуживания объектов такого рода на горнодобывающих предприятиях.

Несколько любопытных проектов по дистанционному зондированию есть в активе Совета по научно-промышленным исследованиям ЮАР (англ. Council for Scientific and Industrial Research, CSIR). К примерам можно отнести систему обнаружения деформации поверхности в районах добычи площадью до 150x150 км под названием «Azimuth», работа которой основана на использовании данных со спутника-носителя радиолокационной станции с синтезированной апертурой; использование спутниковых данных для контроля рекультивации открытых рудников.

Спутниковые данные легли в основу исследования Южноафриканского национального космического агентства (англ. South African National Space Agency, Sansa) земли и растительного покрова в районе добычи угля, мониторинга разработки месторождений, динамики развития примыкающих к ним заселенных участков, влияния добычи на земли сельскохозяйственного назначения и экосистемы методами радарной дифференциальной интерферометрии (англ. differential interferometry SAR, dinSAR).

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/dynamic-geology/books/MapDesigner/ArcGis9/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%B5%D0%B2_%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82.pdf



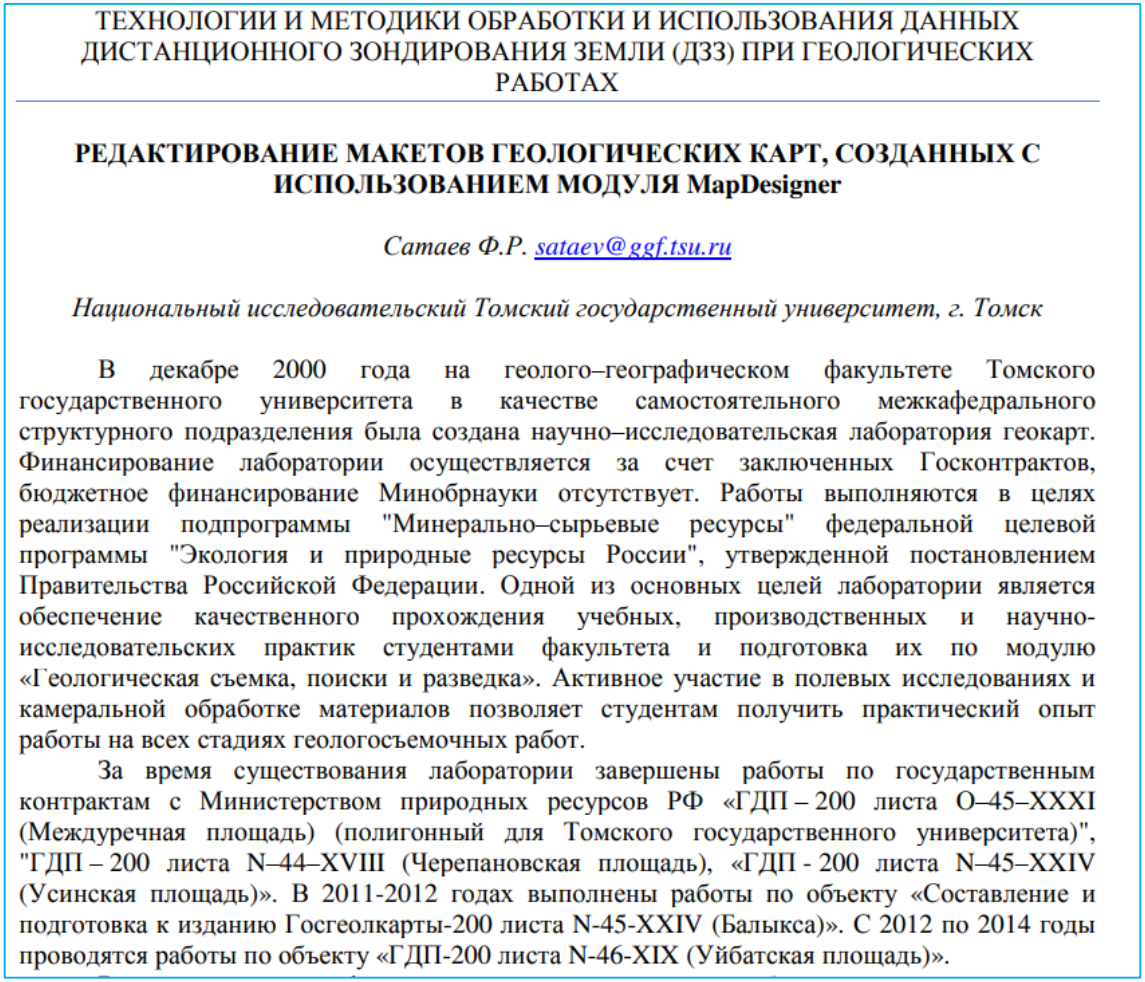
ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ И ПРИ ВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

(22-24 апреля 2014 г., Санкт-Петербург, ФГУП «ВСЕГЕИ»)

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/dynamic-geology/books/MapDesigner/ArcGis9/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%B5%D0%B2_%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82.pdf



ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (ДЗЗ) ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТАХ

РЕДАКТИРОВАНИЕ МАКЕТОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ, СОЗДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ MapDesigner

Сатаев Ф.Р. sataev@ggf.tsu.ru

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск

В декабре 2000 года на геолого–географическом факультете Томского государственного университета в качестве самостоятельного межкафедрального структурного подразделения была создана научно–исследовательская лаборатория геокарт. Финансирование лаборатории осуществляется за счет заключенных Госконтрактов, бюджетное финансирование Минобрнауки отсутствует. Работы выполняются в целях реализации подпрограммы "Минерально–сырьевые ресурсы" федеральной целевой программы "Экология и природные ресурсы России", утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации. Одной из основных целей лаборатории является обеспечение качественного прохождения учебных, производственных и научно-исследовательских практик студентами факультета и подготовка их по модулю «Геологическая съемка, поиски и разведка». Активное участие в полевых исследованиях и камеральной обработке материалов позволяет студентам получить практический опыт работы на всех стадиях геологосъемочных работ.

За время существования лаборатории завершены работы по государственным контрактам с Министерством природных ресурсов РФ «ГДП – 200 листа О–45–XXXI (Междуречная площадь) (полигонный для Томского государственного университета)", "ГДП – 200 листа N–44–XVIII (Черепановская площадь), «ГДП - 200 листа N–45–XXIV (Усинская площадь)». В 2011-2012 годах выполнены работы по объекту «Составление и подготовка к изданию Госгеолкарты-200 листа N-45-XXIV (Балыкса)». С 2012 по 2014 годы проводятся работы по объекту «ГДП-200 листа N-46-XIX (Уйбатская площадь)».

Использование данных дистанционного зондирования Земли при геологическом изучении недр

https://geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/dynamic-geology/books/MapDesigner/ArcGis9/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%B5%D0%B2_%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82.pdf

ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (ДЗЗ) ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТАХ

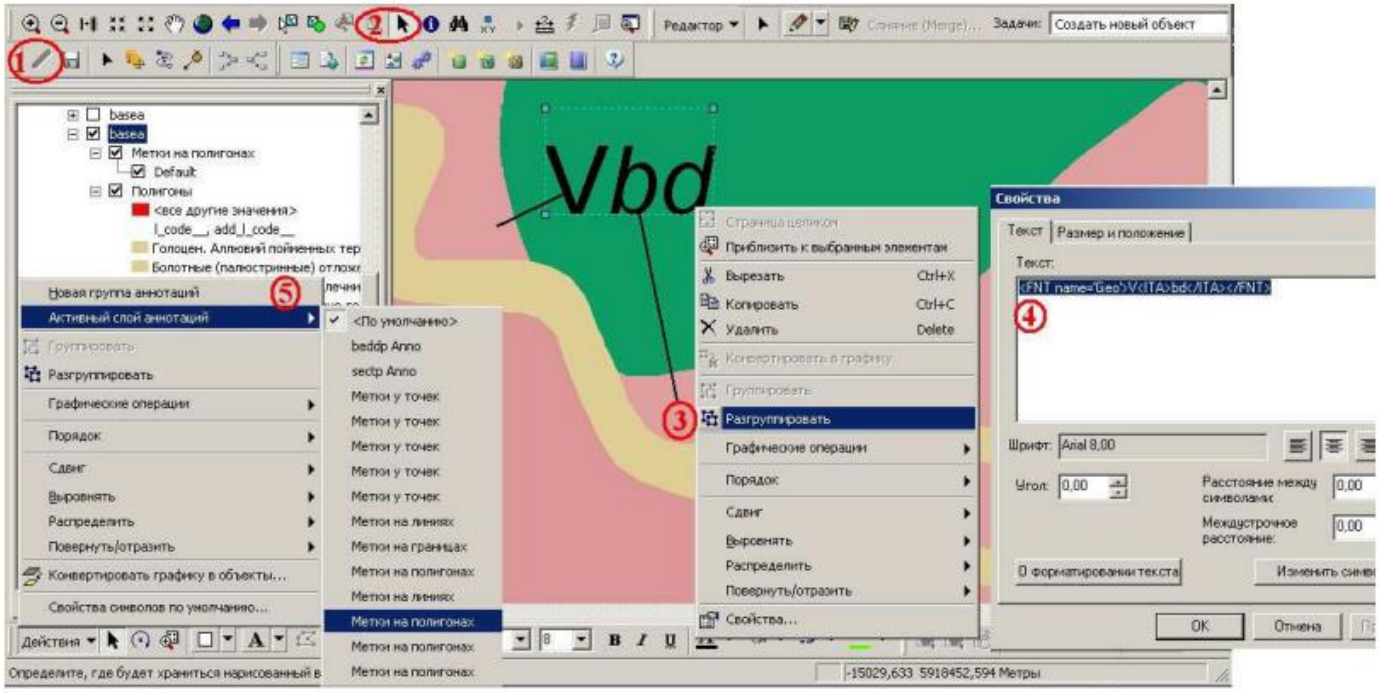


Рис. 2. Последовательность редактирования индексов (аннотаций) объектов в версии 3.4b (beta) MapDesigner

Ссылки на источники информации

- https://arcreview.esri-cis.ru/2005/08/09/studying-and-monitoring-of-egp/
- https://zolotodb.ru/article/11854
- http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=91&thesis=4693
- https://geo.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/dynamic-geology/books/MapDesigner/ArcGis9/%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%B5%D0%B2_%D0%A0%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82.pdf