

Полный цикл обработки материалов ДЗЗ в ПК ИМС

В.Н. Лобзенёв, И.Г. Логванёв

«Центр инновационных технологий», Москва, Россия

В настоящее время создание и развитие космических средств и технологий дистанционного зондирования Земли является одним из важнейших направлений применения космической техники для социально-экономических, научных и оборонных целей. Существующие на настоящий момент космические системы ДЗЗ обеспечивают сбор данных в глобальном масштабе с высоким пространственным и спектральным разрешением.

Важнейшими событиями рынка данных ДЗЗ является предоставление открытого и коммерческого доступа к материалам космической съемки, наряду с переводом их в цифровой вид. Развитие компьютерных средств обработки изображений привело к созданию принципиально новых аналитических систем — геоинформационных (ГИС). Восприятие данных через привязку к географическому положению позволяет получить новую информацию за счет пространственного, временного и визуального комплексирования.

Космические снимки широко используются в различных областях человеческой деятельности: картография, экология, территориальное планирование, управление развитием территорий, сельское и лесное хозяйство, промышленность, освоение новых месторождений полезных ископаемых, оценка последствий стихийных бедствий и т.д.

В настоящее время существует целый ряд российских и зарубежных программных продуктов для обработки данных ДЗЗ. Как правило, специализированные программные комплексы позволяют работать с одним из видов материалов ДЗЗ: снимок, карта или ГИС. Таким образом, каждое программное решение является заточенным под определенную задачу, и для проведения полного цикла обработки требуется использовать 2-3 программы, что требует значительных временных и стоимостных ресурсов. Однако на российском рынке существует инновационное решение — программный комплекс Image Media Center (ИМС), полностью разработанный российской компанией

«Центр инновационных технологий», который позволяет производить полный цикл обработки данных ДЗЗ в едином геоинформационном пространстве.

Основным преимуществом программного комплекса ИМС является совмещение полноценного функционала геопространственной среды, удобной для работы с космическими изображениями, с широкими возможностями профессиональных графических и векторных редакторов.

Программный комплекс Image Media Center предоставляет пользователям следующие возможности:

- Загрузка монохромных и цветных изображений с разными типами представления данных, включая 8-ми, 16-ти и 32-битные, с плавающей точкой и комплексные.
- Поддержка шести цветовых моделей: Grayscale, RGB, CMYK, HLS, HSB, Lab.
- Поддержка следующих типов данных: растровые изображения; отметки; текст; векторные изображения; опорные точки геопривязки.
- Работа со слоями: прозрачность, режим наложения, порядок отрисовки, группировка.
- Улучшение качества изображения, путем использования фильтров, непосредственного редактирования пикселей изображения, градиционных характеристик.
- Поддержка функционала ГИС в работе с векторными данными.
- Геопривязка данных.
- Ведение истории операций.
- Настраиваемый интерфейс программы и наличие окон навигации.
- Подготовка отчетных документов, поддержка профайлов.

В современных космических системах дистанционного зондирования активно используются многоспектральные данные. Информативность снимков повышается за счет использования системы признаков на основе спектральных характеристик зарегистрированного оптического излучения.

Сочетание высокого пространственного и

спектрального разрешения позволяет увидеть мир в поразительных деталях и решать тематические задачи с высокой долей эффективности. Мультиспектральная съемка высокого разрешения обеспечивает лучшее распознавание объектов с большей степенью точности и, таким образом, способствует принятию решений в государственном и частном секторах экономики.

В качестве входных материалов для тематической обработки в ПК ИМС используются радиолокационные и оптические космические снимки, в том числе панхроматические, мульти- и гиперспектральные изображения, векторные маски, изображения без географической привязки и геопривязанные.

«Image Media Center» поддерживает наиболее популярные форматы растровых и векторных изображений: Bitmap Format (*.bmp), Erdas Imagine (*.img), Tagged Image File Format (*.tif), JPEG (*.jpeg), Targa (*.tga), AutoCAD 2007 File (*.dxf); MapInfo Interchange Format (*.mif), Shapefile (*.shp).

Собственный формат Image Media File format (*.imf) позволяет:

- хранить информацию в виде иерархической структуры;
- сохранять в одном файле несколько слоев разных типов (растровых и векторных изображений, отметок, текстовой информации и др.);
- сохранять более одного изображения в одном файле;
- использовать альфа каналы у изображений;
- сохранять разные масштабы изображений;
- работать с разнообразными типами представления данных;
- работать с файлами больших размеров (более 300 Гб - форматы *.imf, *.emg);
- осуществлять быстрый доступ к данным независимо от размера файла.

Получение космических изображений связано с серьезными технологическими сложностями, в процессе преобразования оптического сигнала в цифровые данные на него оказывает влияние ряд искажающих факторов, которые должны быть учтены и максимально скомпенсированы. Поэтому обработка данных ДЗЗ требует применения особых математических методов и вычислительных алгоритмов.

Технология предварительной обработки материалов ДЗЗ, реализованная в рамках ПК ИМС,

полностью автоматизирована и позволяет проводить следующие этапы:

- Формирование мозаики космических снимков.
 - Формирование композита изображений, полученных в каждом спектральном диапазоне съемки.
 - Устранение смещения между каналами.
 - Формирование цветосинтезированного изображения из отдельных спектральных каналов.
 - Повышение детальности панхроматического изображения на 10-12 % при необходимости.
 - Получение комплексированного изображения в естественных цветах с разрешением панхроматического изображения (рис.1).
 - Атмосферная коррекция.
 - Яркостная и тоновая коррекции, устранение шумов на изображении.
 - Повышение резкости изображения с помощью алгоритма, устраняющего дефокусировку.
- ПК ИМС позволяет формировать тематические карты на основе космических снимков с использованием следующих алгоритмов:
- Работа с цветовыми составляющими.
 - Формирование и анализ индексных изображений.
 - Векторизация и назначение стилей отображения.
 - Работа с векторными масками, сложение/вычитание векторных слоев.
 - Формирование и наполнение атрибутивных таблиц.
 - Кластеризация, классификация с обучением.
 - Разновременной мониторинг.
 - Текстурный анализ.
 - Структурный анализ.
 - Обработка и анализ неограниченного количества спектральных каналов.
 - Отображение спектральных кривых в табличном и графическом видах.
 - Формирование библиотек спектрограмм.
 - Сравнение спектральных кривых между собой.
 - Поиск спектрограмм в библиотеке с определенным доверительным интервалом.
 - Поиск объектов на изображении по спектрограмме согласно величине доверительного интервала.
 - Формирование пространственных спектрограмм в срезе по строке, столбцу или произвольному профилю.

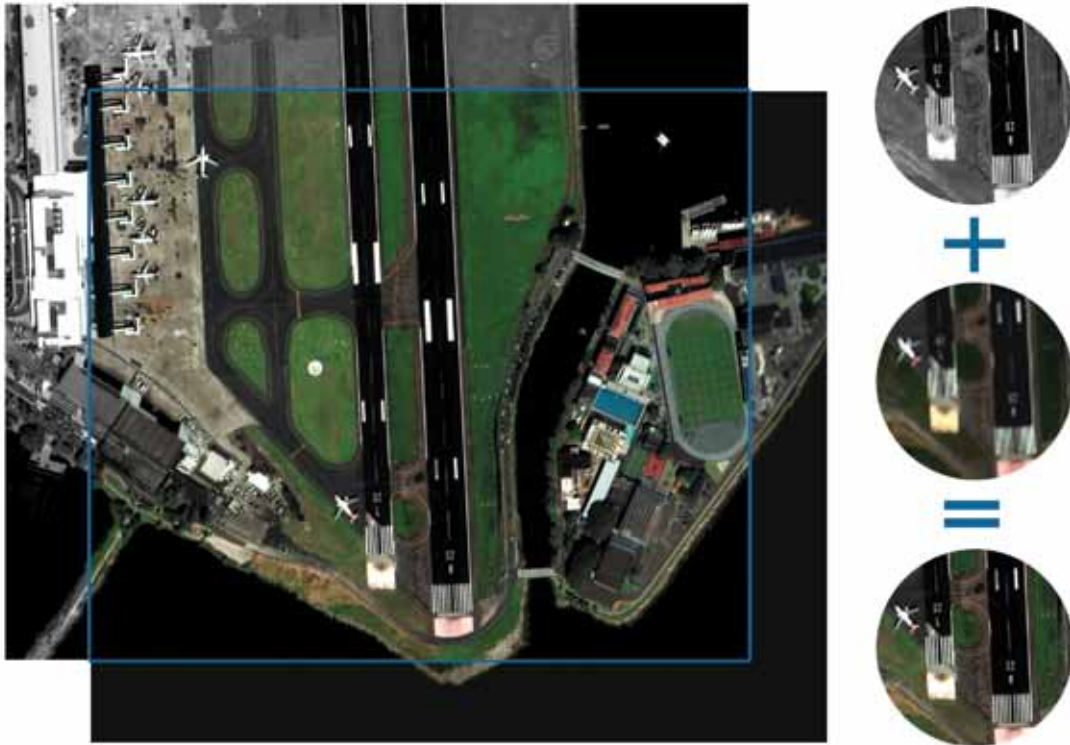


Рисунок 1. Получение комплексированного изображения в естественных цветах с разрешением панхроматического снимка. КА WorldView-2. Территория Андорры

Автоматизированные алгоритмы обработки, реализованные в программном комплексе ИМС, позволяют анализировать не только пространственные, но и временные изменения, происходящие на территории исследований, выявлять наиболее интенсивные воздействия и классифицировать их сочетания.

Реализованы технологии обработки многоспектральных материалов, основанные на формировании индексных изображений как общеизвестных (NDVI, NDWI, NDSI и др.), так и специализированных.

Результатом тематической обработки являются векторные слои, содержащие отдельные векторные объекты, наполненные атрибутивными данными.

Для выявления качественных характеристик земных объектов, в том числе скрытых, в последние годы все чаще используют гиперспектральные снимки.

Гиперспектральная съемка является эволюционным развитием многоспектральных систем. Благодаря инновационным технологиям количество мультиспектральных каналов увеличилось от 3-5 до 220 (многоспектральный

датчик NuRegion на борту КА EO-1).

Высокие информационные возможности многоспектральных систем основаны на характерных различиях в спектрах излучений природных и искусственных объектов.

На рисунке 2 представлены спектрограммы различных наземных объектов, сформированные на основе гиперспектрального изображения КА «Ресурс-П», содержащего 130 спектральных каналов.

ГИС позволяет наглядно и в интерактивном режиме проводить многофакторный анализ территорий. Часто даже большое количество информации не может помочь решить проблему, пока она не будет визуализирована на карте.

Опираясь на результаты контрольных измерений и моделирования развития процессов, визуализированных с помощью ГИС, можно прогнозировать развитие ситуации в целом, выявлять критичные места, быстро принимать решения и оперативно реагировать на отрицательные изменения во многих областях человеческой деятельности.

Засушливая погода в жаркие периоды зачастую приводит к возникновению лесных и

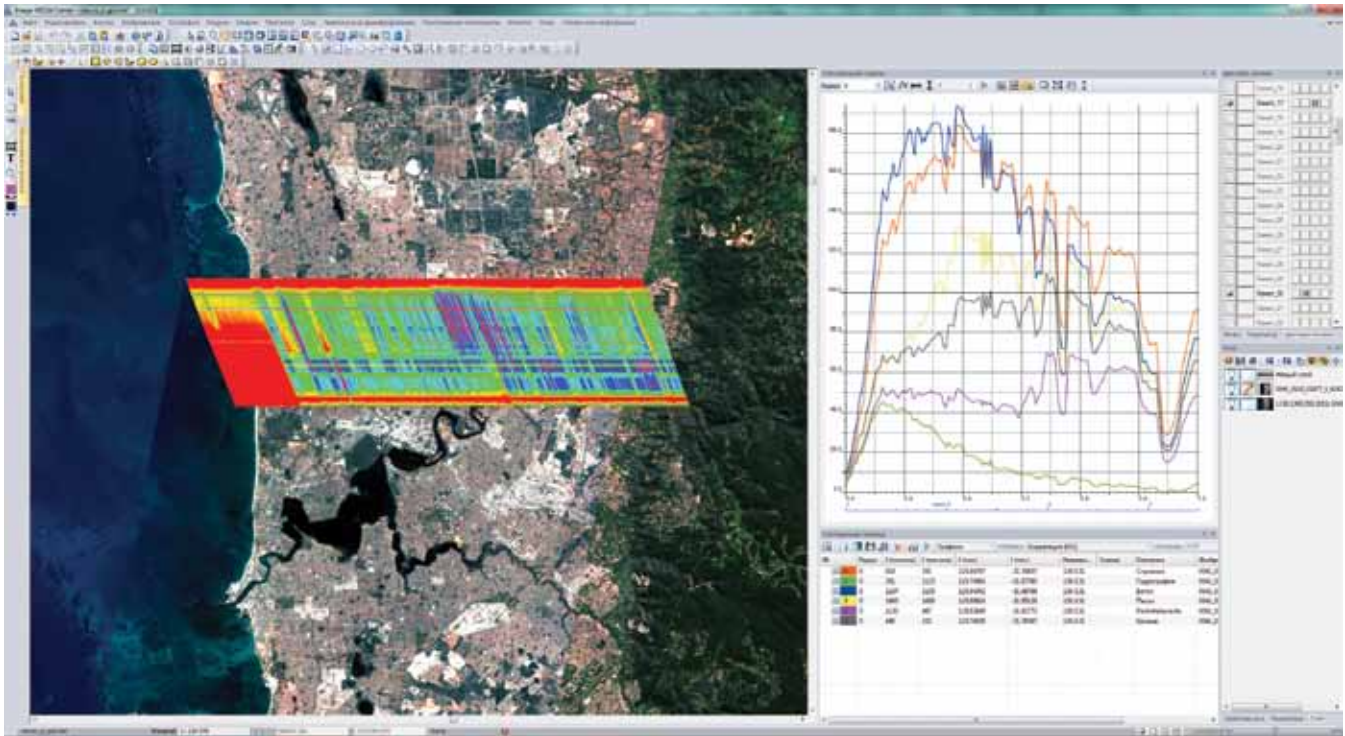


Рисунок 2. Гиперспектральное изображение КА «Ресурс-П», территория Австралии. Формирование базы данных спектрограмм различных наземных объектов по гиперспектральным материалам

торфяных пожаров в ряде регионов России. Возможность ликвидации пожара, особенно в условиях высокой пожарной опасности и недоступности, определяется оперативностью обнаружения возгорания на ранней стадии и проведения мероприятий по его устранению. Обработка снимков и выявление тепловых аномалий позволяет производить оперативную оценку ситуации и своевременное устранение потенциальных очагов возгорания.

На рисунке 3 представлены результаты мониторинга очагов пожара и гарей на основе данных КА Landsat-8. Исходное изображение, представленное в цветовых составляющих видимого диапазона (рис. 3-а) не информативно. Для визуализации пожара требуется использовать мультиспектральные каналы, регистрирующие излучение в красной и инфракрасной зонах спектра (рис. 3-б). В результате дальнейшей тематической обработки формируется векторная карта распределения очагов пожара и гарей (рис.3-в).

Программный комплекс ИМС позволяет не только эффективно решать поставленные задачи, но и открывает широкие возможности для исследований и прогнозирования стихийных

бедствий и чрезвычайных ситуаций. Например, выявлять опасные участки на трубопроводе.

Зачастую, несвоевременная диагностика территории в зоне пролегания трубопровода, приводит к его повреждениям, влекущим за собой серьезные последствия. ПК ИМС позволяет по материалам ДЗЗ выявлять отдельные участки на трубопроводе, требующие повышенного внимания. Классификация изображения выполняется на основе высокодетальных мультиспектральных данных КА WorldView-2. В ходе тематической обработки выполняется пересечение векторного объекта «Трубопровод» с векторными объектами карты (переувлажненные территории, открытый грунт, водные объекты). В результате формируется векторный слой с вероятно опасными участками, на рисунке 4-б они показаны красным цветом.

На рисунке 5 представлена тематическая ледовая карта, полученная на основе мультиспектральных данных КА MODIS Terra.

Для безопасной навигации судов в северных морях экипажу необходима информация о сплоченности льдов на интересующей акватории. Путь плавания во льдах обычно выбирается по зонам пониженной сплоченности и толщины

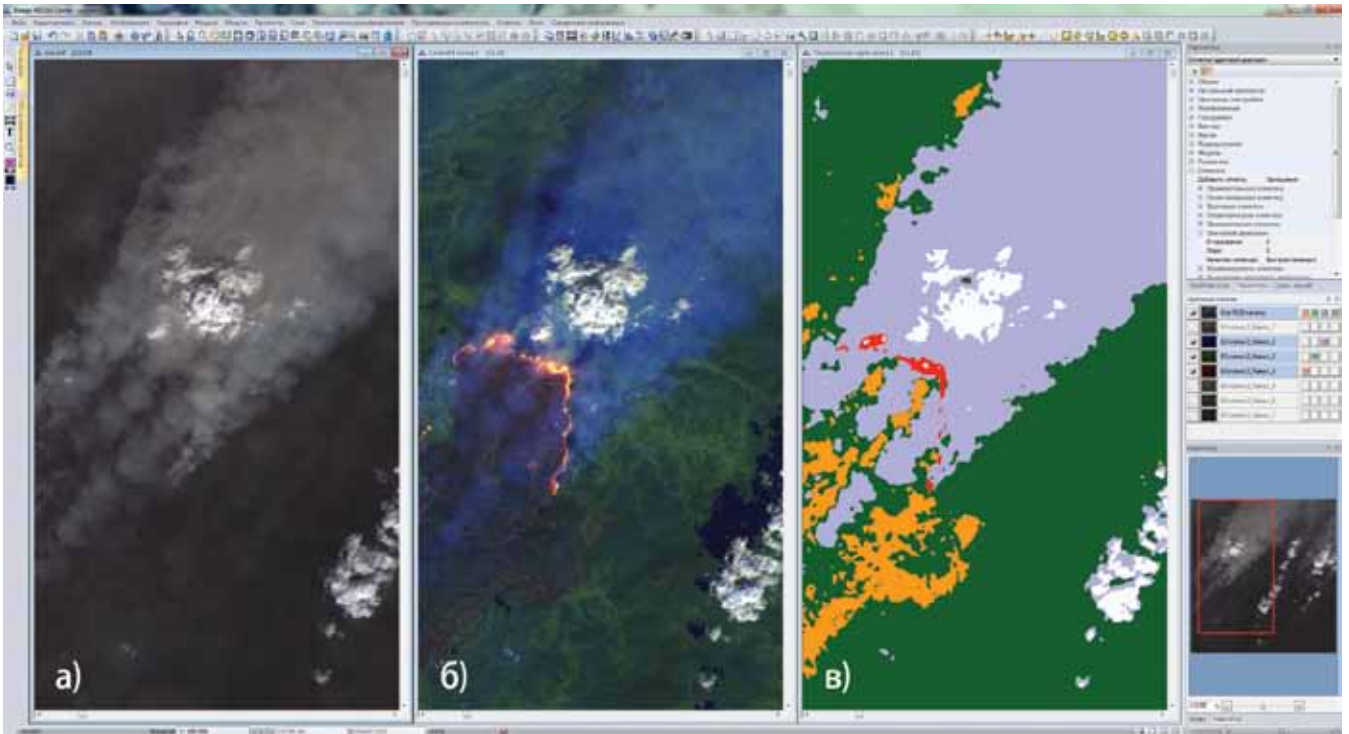


Рисунок 3. Выявление очагов пожара и гарей на основе мультиспектральных материалов КА Landsat-8, территория Эвенкийского АО.

а) мультиспектральное изображение в естественных цветах;

б) визуализация пожара, комбинация мультиспектральных каналов 7-6-3;

в) векторная карта, результат классификации (красный – открытый огонь, оранжевый – гарь, голубой – шлейфы дыма, зеленый – растительность, белый – облака).

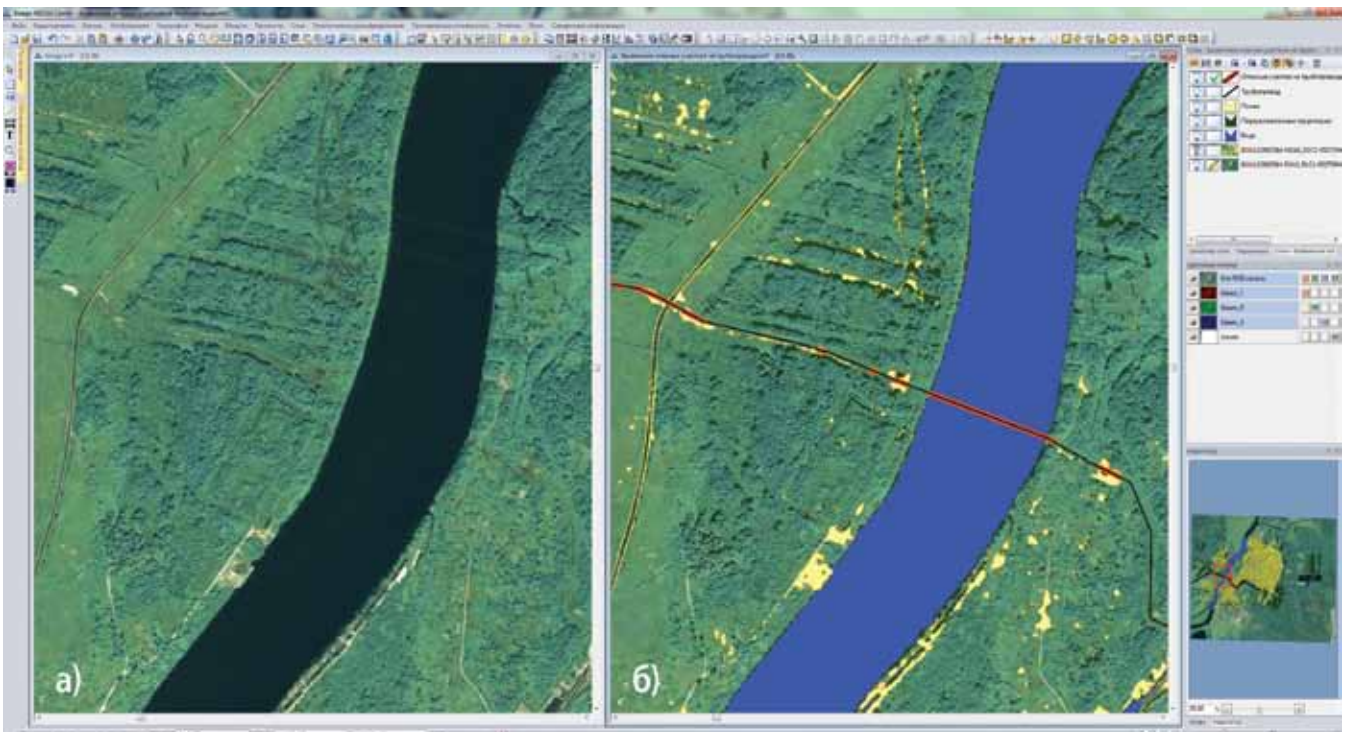


Рисунок 4. Выявление опасных участков на трубопроводе по данным КА WorldView-2.

Территория НПЗ Киришского района, Ленинградская область.

а) высокодетальное мультиспектральное изображение в естественных цветах;

б) векторная карта (линейный объект черного цвета – трубопровод, красные линии – опасные участки на трубопроводе, синий – водные объекты, желтый – почва).

льда, по полыньям, разводьям и трещинам, в обход скоплений льда, крупных полей и обломков полей, в обход барьеров, гряд и пятен торосистых льдов. Функционал ПК ИМС позволяет формировать ледовые карты по оптическим и радиолокационным данным ДЗЗ.

Использование ПК ИМС в качестве ГИС-основы предоставляет возможность:

- проводить предварительную обработку изображений;
- устранять дефекты, возникшие в ходе съемки или оцифровке снимков;
- работать одновременно с растровыми и векторными изображениями, накладывать и совмещать изображения разных форматов, дат и проекций;
- создавать векторные карты с использованием различных наборов векторных стилей;
- выполнять пространственные и атрибутивные запросы, решать различные аналитические задачи;
- задавать структуру тематической ГИС, со-

став тематических слоев и атрибутивной информации об объектах;

- разрабатывать базы географических данных с использованием промышленных СУБД;
- визуализировать любой пространственный объект на электронной карте, при этом сохраняя возможность работы с его атрибутивной (табличной) информацией;
- проводить пространственный анализ (анализировать пространственное распределение и влияние объектов друг на друга, получать точные координаты объектов);
- наглядно представлять и управлять отображением графической информации (выборочное отображение тематических слоёв, выбор для отображения последних специальных знаков, стилей и цветов);
- проводить измерения и статистические исследования;
- моделировать различные процессы и явления, а также отображать полученные результаты на карте.

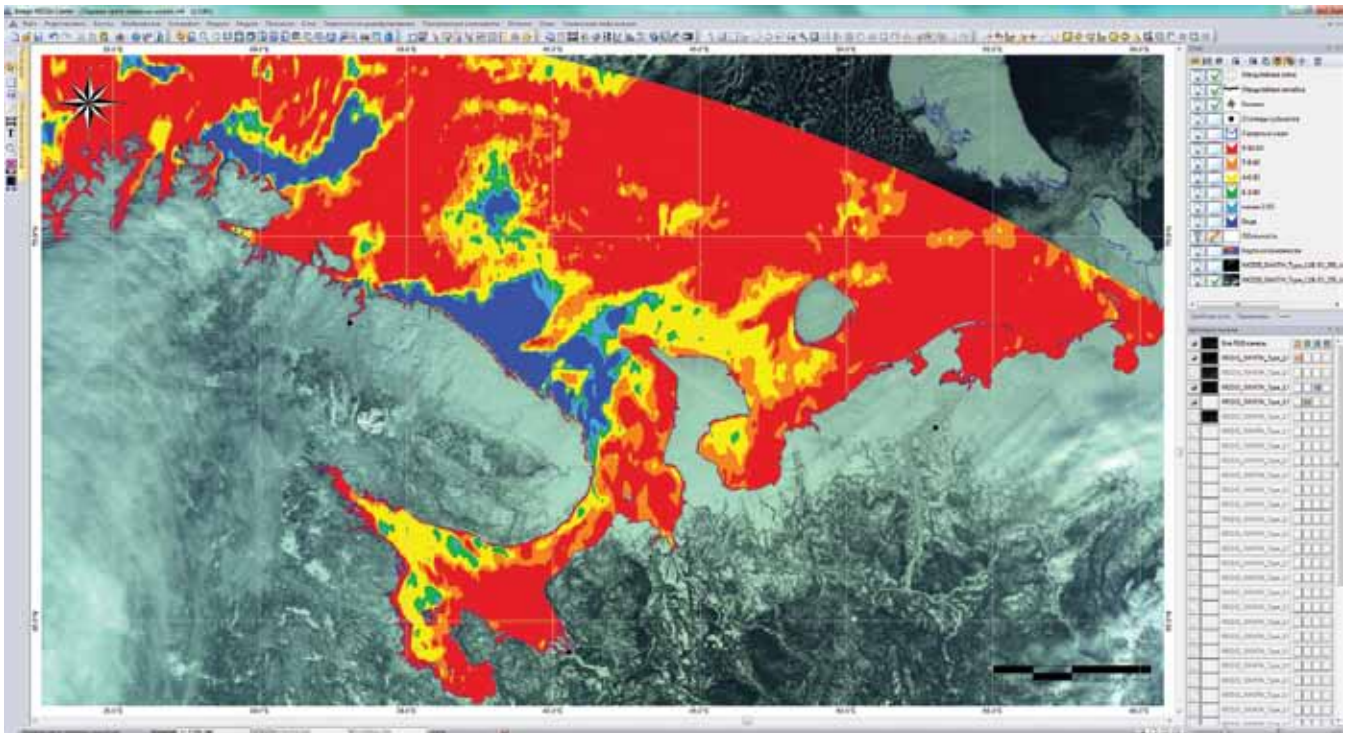


Рисунок 5. Векторная карта сплоченности льда, сформированная по оптическим мультиспектральным данным КА MODIS Terra. Акватория северных морей. (Синий – пространства чистой воды; зеленый, голубой – начальные виды льда сплоченностью до 3 баллов; желтый, оранжевый, красный – виды льда сплоченностью от 4 до 10 баллов согласно международной номенклатуре ледовых карт)

Функционал ПК «Image Media Center» в отличие от большинства существующих ГИС позволяет не только проводить предварительную обработку исходных космических данных, объем которых может достигать нескольких сотен Гб, но и создавать на их основе тематические карты с неограниченным количеством векторных и растровых слоев, формировать отчеты по

результатам обработки. Таким образом, Пользователь получает уникальный программный продукт, который дает возможность производить весь цикл обработки материалов ДЗЗ, от снимка к карте, в едином геоинформационном пространстве, что значительно сокращает как временные, так и материальные затраты.