

Многодисциплинарная аналитическая ГИС для обработки и представления данных дистанционного зондирования

Р.И. Красноперов, А.Ю. Лебедев, О.О. Пятыгина, А.И. Рыбкина, А.А. Шibaева

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Геофизический центр Российской академии наук (ГЦ РАН),
119296 Москва, Молодежная, 3
E-mail: r.krasnoperov@gcras.ru*

В Геофизическом центре РАН (ГЦ РАН) разработан новый подход к анализу и обработке геопространственных данных, основанный на создании многодисциплинарной аналитической ГИС. Она реализует функции обработки, анализа и представления геопространственных данных, для обеспечения совместных междисциплинарных исследований в области наук о Земле. Данный подход подразумевает объединение технологий ГИС и алгоритмических программных средств, построенных методами дискретного математического анализа. В ГЦ РАН накоплены значительные объемы геопространственных данных. В настоящее время база геопространственных данных ГЦ РАН содержит более 230 тематических слоев по 19 категориям и включает в себя данные, полученные методами дистанционного зондирования. Например, она содержит ночные огни Земли (1992—2010 гг.); среднемесячные поля сплоченности морского льда (1982—2009 гг.) по данным пилотного проекта Глобального эксперимента по усвоению океанографических данных (GODAE) по изучению в высоком разрешении температуры морской поверхности GHRSSST-PP.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, геоинформационные системы, ГИС, пространственные данные, обработка геопространственных данных, дискретный математический анализ.

Введение

В течение многих лет ведется непрерывный мониторинг состояния всех физических оболочек Земли. К настоящему времени накоплен значительный фонд данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которые полностью покрывают всю поверхность Земли (зачастую с многократным перекрытием) (Савиных и др., 2001). Для эффективной работы с данными ДЗЗ необходимо обеспечить возможность быстрого перехода от предварительной обработки и тематического дешифрирования к выполнению их пространственного анализа. В связи с этим актуальным становится создание современных геоинформационных систем (ГИС), предоставляющих доступ к данным различной тематики и позволяющих выполнять как тривиальные операции по работе с массивами геопространственных данных, так и сложный многоуровневый интеллектуальный анализ.

Многодисциплинарная аналитическая ГИС

Важным направлением деятельности Геофизического центра РАН (ГЦ РАН) являются исследования, нацеленные на создание многодисциплинарных аналитических ГИС для анализа и представления геопространственных данных при решении задач в области наук о Земле (Березко и др., 2008). Основной задачей в разработке ГИС является интеграция в единой геоинформационной среде баз данных по наукам о Земле и реализация системы представления геопространственных данных, которая обеспечивает взаимодействие между ГИС и пользователями посредством тонкого клиента.

Другим важным направлением исследований ГЦ РАН в области геоинформатики является разработка математических алгоритмов распознавания образов на основе теории нечетких множеств и нечеткой логики, позволяющих автоматизировать обработку информации. На основе дискретного математического анализа разработан ряд алгоритмов

кластеризации, которые реализуют выявление тонких свойств распределения объектов в исходном пространстве. Эти алгоритмы осуществляют топологическую фильтрацию пространства, позволяющую отсеивать несущественные его части. Разработанные алгоритмы носят универсальный характер и могут работать с геолого-геофизическими данными (Гвишиани и др., 2008; 2010).

Главная особенность разработанной ГИС состоит в наличии в ее базе геопространственных данных различной тематики и интегрированных в ней методов дискретного математического анализа, что позволяет решать широкий спектр задач в области наук о Земле. ГИС, разработанная в ГЦ РАН, предназначена для комплексного анализа геопространственных данных, в частности данных ДЗЗ (Beriozko et al., 2011). Аналитическая составляющая созданной ГИС реализована в форме централизованного каталога алгоритмов для обработки геопространственных данных, обладающего следующими основными преимуществами (Лебедев и Березко, 2010): постоянно пополняемый набор данных наук о Земле и алгоритмов с детальными сведениями о них; возможность последовательного выполнения нескольких алгоритмов; минимальные требования к рабочему месту пользователя (обработка данных и все вычисления выполняются на сервере).

Данные дистанционного зондирования, накопленные в ГЦ РАН

В ГЦ РАН накоплены значительные объемы геопространственных данных различной тематики. В настоящее время имеющаяся база геоданных включает в себя цифровые топографические карты и цифровые модели рельефа, данные по ДЗЗ, геофизике, геологии, полезным ископаемым, гляциологии, гидрологии и т.д. (Beriozko et al., 2011). В ГЦ РАН ведутся следующие исследования по анализу данных ДЗЗ.

Среднемесячные поля сплоченности морского льда в Арктике.

В рамках исследований сплоченности морского льда в ГЦ РАН был выполнен временной анализ данных международного проекта по изучению в высоком разрешении температуры морской поверхности GHRSSST-PP. Данные представляют собой среднесуточные поля сплоченности морских льдов с сентября 1981 г. по декабрь 2009 г., усредненные методом оптимальной интерполяции на регулярную сетку с шагом $0,25^\circ$. Данные получены спутниками NOAA радиометром AVHRR. Пример обработанных и оформленных данных по сплоченности морского льда в Арктике и Антарктике представлен на рис. 1.

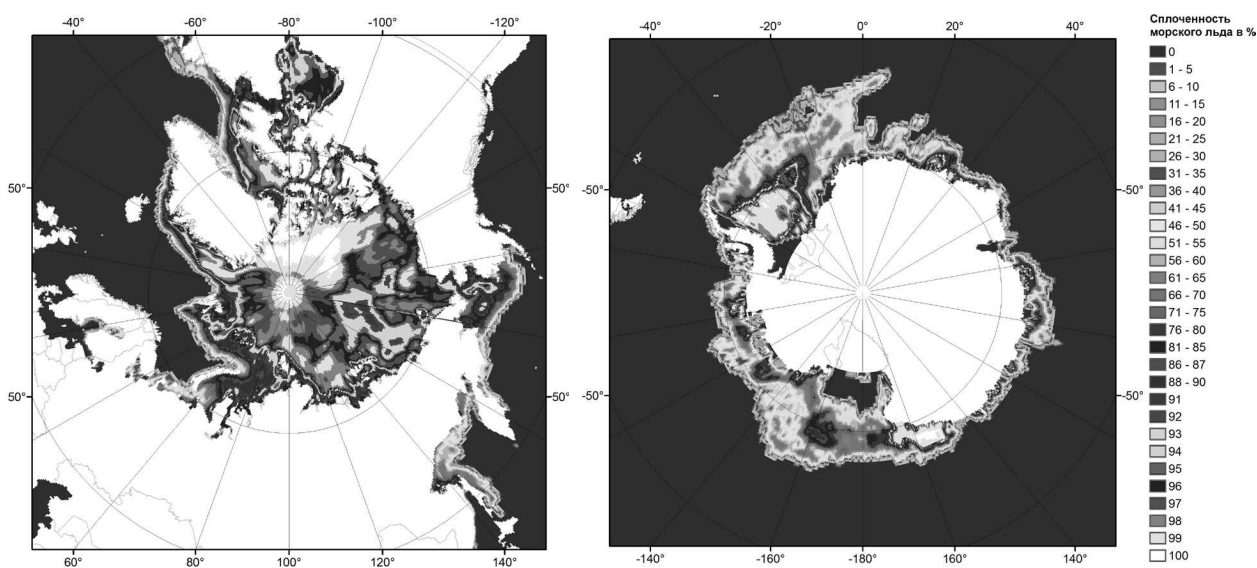


Рис. 1. Среднемесячные поля сплоченности морского льда в Арктике и Антарктике (январь 2009 года)

Ночные огни Земли (1992—2010).

Первоначальные данные получены Агентством погоды ВВС США с низкоорбитальных военных метеорологических спутников с полярной орбитой DMSP 5D 2 F10—F16 в 1992—2010 гг. Аппаратура, установленная на борту спутников, регистрирует слабое излучение в ИК-диапазоне в ночное время. Эти данные позволяют выделять огни населенных пунктов и промышленных объектов, газовые факелы и пожары (Doll, 2008). В базу геоданных ГЦ РАН включены данные по ночным огням Земли, полученные с 1992 по 2010 гг.

Пространственный анализ данных о ночных огнях позволяет изучать экономическое состояние регионов по различным направлениям (транспортная инфраструктура, уровень урбанизации, разработка месторождений углеводородов и др.). Анализируя данные на различные временные эпохи, можно изучать динамику различных процессов, влияющих на изменение уровня освещенности. В качестве примера на рис. 2 представлены композитные растровые изображения ночных огней Москвы, Московской области и прилегающих областей Центрального федерального округа (ЦФО).

Каждому пикселю растрового изображения соответствует специально рассчитанное, осредненное за год значение индекса освещенности, принимающее значение от 0 (отсутствие долговременных источников света) до 63 (максимальная интенсивность, наблюдаемая в крупных городах). При осреднении за год учитываются только долговременные источники света.

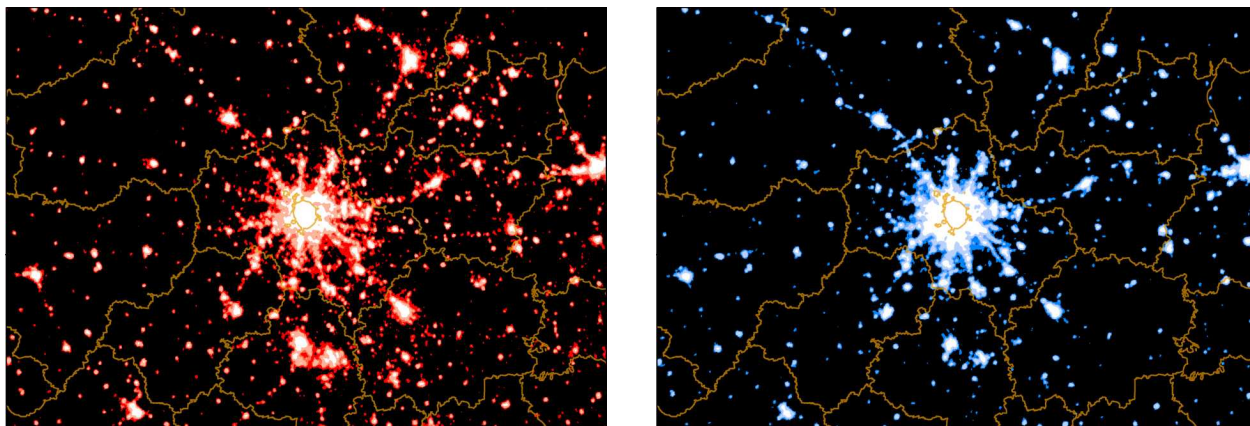


Рис. 2. Ночные огни областей ЦФО за 1992 и 2009 гг.

В ГЦ РАН были проведены работы по сравнению уровня освещенности отдельных регионов. Для этого для каждого пикселя было выполнено вычитание значений индексов полученных, в разные годы. На рис. 3 представлен результирующий растр, полученный путем вычитания значений индексов 1992 г. из 2009 г. Отрицательные значения, то есть источники освещения, прекратившие свое существование к 2009 г., отмечены градациями красного. Градациями зеленого отмечены источники, появившиеся к 2009 г.

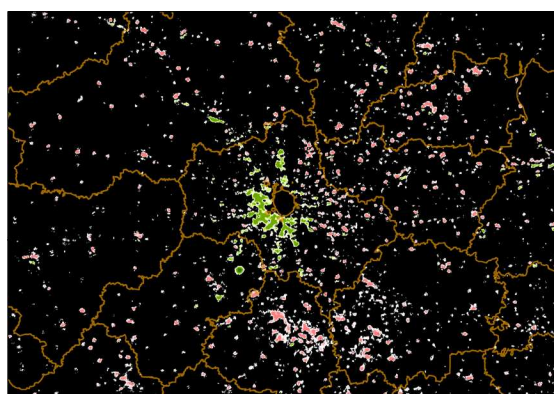


Рис. 3. Сопоставление освещенности областей ЦФО разностным методом

Из полученного разностного изображения видно значительное увеличение освещенности в районах Московской области, расположенных к западу, юго-западу и югу от Москвы. Это отражает реальную картину развития этих районов. Наблюдения за факелами сжигаемого попутного газа в районах разработки месторождений углеводородов позволят осуществлять непрерывный мониторинг уровня добычи и разработки месторождений углеводородного сырья. Количественное сопоставление разновременных слоев цифровых данных об уровне освещенности в районах разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений с использованием ГИС позволяет получать оценки темпов добычи углеводородов и вести контроль экологической обстановки в этих регионах.

Заключение

Непрерывный рост объемов данных дистанционного зондирования и геопространственных данных, получаемых в сетях непрерывного геофизического мониторинга, а также в результате обработки и обобщения ранее собранных материалов, требует создания современных ГИС систем, позволяющих проводить их комплексный анализ. Представленная в настоящей статье многодисциплинарная аналитическая ГИС представляет собой удобный инструмент для работы с различными тематическими данными. Лежащие в ее основе технологии находят широкое применение при создании подобных систем. Отличительной особенностью ГИС, созданной в ГЦ РАН, является ее аналитическая составляющая, включающая в себя алгоритмы на основе дискретного математического анализа.

Литература

1. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. — М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001. 228 с.
2. Березко А.Е., Соловьев А.А., Гвишиани А.Д., Жалковский Е.А., Красноперов Р.И., Смагин С.А., Болотский Э.С. Интеллектуальная географическая информационная система «Данные наук о Земле по территории России» // Инженерная экология. № 5, 2008. С.32—40.
3. Гвишиани А.Д., Агаян С.М., Богоутдинов Ш.Р. Дискретный математический анализ и мониторинг вулканов // Инженерная экология. 2008. № 5. С.26—31.
4. Гвишиани А.Д., Агаян С.М., Богоутдинов Ш.Р., Соловьев А.А. Дискретный математический анализ и геолого-геофизические приложения // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2010. № 2. Вып. № 16. С.109—125.
5. Лебедев А.Ю., Березко А.Е. Создание централизованного каталога алгоритмов обработки геоданных // Геоинформатика. 2010. № 2. С.67—70.
6. Beriozko A., A. Lebedev, A. Soloviev, R. Krasnoperov, and A. Rybkina. Geoinformation system with algorithmic shell as a new tool for Earth sciences // Russian Journal of Earth Sciences. 2011. Vol. 12, ES1001, doi: 10.2205/2011ES000501.
7. Doll, C.N.H. CIESIN Thematic Guide to Night-time Light Remote Sensing and its Applications. — Palisades, NY: Center for International Earth Science Information Network of Columbia University, 2008. 41 p.

Multidisciplinary analytical GIS for processing and representation of remote sensing data

**R. Krasnoperov, A. Lebedev, O. Pyatygina, A. Rybkina,
A. Shibaeva**

*Geophysical Center of Russian Academy of Sciences (GC RAS)
Molodezhnaya St., 3, 119296 Moscow
E-mail: r.krasnoperov@gcras.ru*

A new approach for spatial data analysis and processing was elaborated at the Geophysical Center of RAS (GC RAS). It is based on the creation of integrated geoinformation environment. It implements the functions of processing, analysis and representation of spatial data for joint interdisciplinary research in geosciences. This approach implies the combination of GIS technologies and algorithmic program tools, based on discrete mathematical analysis methods. A significant selection of geoscience datasets is stored at GC RAS. The GC RAS's geodata base currently includes more than 230 thematic layers within 19 data categories including remote sensing data. The geodata base includes Nighttime lights of the Earth (1992–2010), Global Ocean Data Assimilation Experiment (GODAE) High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST-PP) (1981–2009).

Keywords: remote sensing, geoinformation systems, GIS, spatial data, geodata processing, discrete mathematical analysis, remote sensing.