

# Структура и функциональные возможности информационной системы TerraNorte для поддержки спутникового мониторинга бореальных экосистем

И.А. Уваров, С.А. Барталев, В.А. Егоров, Е.А. Лупян,  
И.А. Нейштадт, Т.С. Ховратович

*Институт космических исследований РАН,  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32  
E-mail: [beml@smis.iki.rssi.ru](mailto:beml@smis.iki.rssi.ru)*

Информационная система TerraNorte создана для обеспечения систематизированного хранения, обновления и удаленного доступа пользователей к данным спутникового мониторинга наземных экосистем бореального пояса. Географические базы данных и информационные продукты, включенные в систему, разрабатываются в рамках научных проектов ИКИ РАН в сотрудничестве с рядом отечественных и зарубежных организаций. Данная статья отражает структуру информационного содержания, функциональные возможности web-сайта, а также особенности реализации информационной системы.

## Введение

Бореальные экосистемы играют важную роль в глобальных экологических и климатических процессах. Необходимость получения регулярно обновляемых данных о состоянии растительного покрова в условиях его естественных и антропогенных изменений делает незаменимым использование данных спутникового мониторинга. В Институте космических исследований РАН разработана информационная система TerraNorte, призванная обеспечить доступ широкого круга пользователей к информации о состоянии и динамике наземных экосистем бореального пояса планеты и, прежде всего, Северной Евразии [1, 2].

Информационное обеспечение TerraNorte включает в себя ряд продуктов и баз данных, полученных по данным дистанционного зондирования и отражающих состояние и динамику земного покрова в результате воздействия естественных и антропогенных факторов, таких как лесные пожары, вырубки лесов, сельскохозяйственное использование земель. Банк данных информационной системы может найти использование для проведения исследований взаимосвязанных процессов динамики наземных экосистем и глобального изменения климата, для моделирования биохимических и водных циклов, а также для информационной поддержки мероприятий по реализации международных соглашений в области климата, охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Будучи полученными по спутниковым данным высокого (Landsat-ETM+), среднего (Terra/Aqua-MODIS, Envisat-MERIS) и низкого (SPOT-Vegetation) пространственного разрешения, тематические продукты системы TerraNorte позволяют изучать динамику бореальных экосистем в различных масштабах: от локального до глобального.

## Состав информационного обеспечения TerraNorte

В настоящее время банк данных TerraNorte включает в себя следующие информационные продукты:

- Улучшенные сезонные композиты данных SPOT-Vegetation, представляющие собой очищенные от влияния мешающих факторов (снежный покров, облака, тени, аппаратные шумы) продукты спутниковых данных, охватывающие весенний, летний и осенний периоды вегетационного сезона. База данных информационной системы TerraNorte содержит многолетнюю, регулярно обновляемую временную серию сезонных композитных изображений на территорию Северной Евразии за период с лета 1998 года [3].
- Карта наземных экосистем Северной Евразии создана по данным спутникового прибора SPOT-Vegetation с пространственным разрешением около 1 км и отражает пространственное

распределение основных типов растительности по состоянию на 2000 год. Легенда карты включает в себя 27 классов, образующих семь различных групп типов земного покрова, выбранных с учетом требований экосистемной оценки лесов, тундры, кустарниковых и травяных типов растительного покрова, водно-болотных комплексов, а также не покрытых растительностью земель [4].

- Карта "Леса России" отражает пространственную структуру, породный состав и сомкнутость лесного покрова страны. Ее основой послужили вышеупомянутая карта наземных экосистем, а также опубликованная в 1990 г. карта лесов СССР, составленная по официальным данным инвентаризации. Легенда карты включает 7 типов породного состава лесов. Классификация сомкнутости лесного покрова, выполненная на основе данных Global Percent Tree Cover Dataset, дополнительно различает сомкнутые и редкостойные леса [5].
- База данных повреждений экосистем пожарами содержит информацию о пройденных огнем территориях с пространственным разрешением около 1 км и периодом наблюдений 10 дней. База данных охватывает всю бореальную зоны планеты: Евразии и Северной Америки, содержит данные с 2000 г. и постоянно обновляется. Совместное использование данных прибора SPOT-Vegetation и результатов детектирования действующих пожаров по данным радиометра Terra/Aqua-MODIS, при создании данного продукта минимизирует вероятность ошибок распознавания пройденных огнем территорий [6].
- Данные мониторинга сельскохозяйственных угодий характеризуют состояние обрабатываемых земель ряда регионов России за период с 2001 года. На ежегодно составляемых картах сельскохозяйственных культур выделены угодья, занятые озимыми культурами, подсолнечником, а также земли находящиеся под паром. На основе данных наблюдений нескольких лет на ряд субъектов РФ построены маски используемых пахотных земель. Для мониторинга сельскохозяйственных угодий используются данные прибора Terra/MODIS с пространственным разрешением 250 м [7]. Данные мониторинга получены в рамках проекта, выполняемого при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ.
- Данные мониторинга лесных вырубок являются результатом исследований, направленных на создание автоматических методов выявления вырубок по спутниковым данным высокого и среднего пространственного разрешения. В настоящее время на web-сайте TerraNorte представлены данные мониторинга вырубок лесов для двух тестовых участков на территории России с использованием данных Landsat-TM/ETM+ и охватывают период с конца 1980-х – начала 1990-х годов до начала 2000-х годов. [8].

### **Пользовательский интерфейс TerraNorte**

Web-сайт TerraNorte (<http://terranorte.iki.rssi.ru>) предоставляет доступ к данным в нескольких режимах:

- загрузка информационных продуктов, предоставляющий пользователям возможность получения данных в виде файлов в векторных и растровых форматах, совместимых с распространенными программными пакетами ГИС;
- выполнение интерактивных запросов к базам данных для получения количественных показателей в табличной и графической формах (раздел «статистика»);
- просмотр картографической информации в окне web-браузера с использованием интерактивного интерфейса (раздел «карты on-line»).

Раздел web-сайта «Карты on-line» предназначен для обеспечения интерактивного доступа пользователей к спутниковым и картографическим данным непосредственно в окне web-браузера, что предоставляет возможности анализа имеющихся в системе данных без инсталляции специального программного обеспечения на локальном компьютере пользователя. Пользователю предоставляется возможность выбора интересующих его ГИС-слоев для вывода их на экран в различных масштабах, детального изучения отдельных участков и обзора в целом, сопоставления разных слоев на одну и ту же территорию и т.п.

В разделе «Карты on-line» представлены карты четырех уровней пространственного охвата: циркумполярного, субконтинентального, регионального и локального.

Карты циркумполярного уровня охватывают бореальную зону Евразии и Северной Америки. На данную территорию представлена часть карты типов земного покрова Global Land Cover 2000 и данные о повреждениях наземных экосистем пожарами (рис. 1).

Карты субконтинентального уровня покрывают территорию Северной Евразии и включают карты наземных экосистем (рис. 2), повреждений экосистем пожарами, пахотных земель, композитные изображения по данным приборов SPOT-Vegetation и MODIS, а также вспомогательные слои, в т.ч. покрытые лесом земли, границы государств и др.

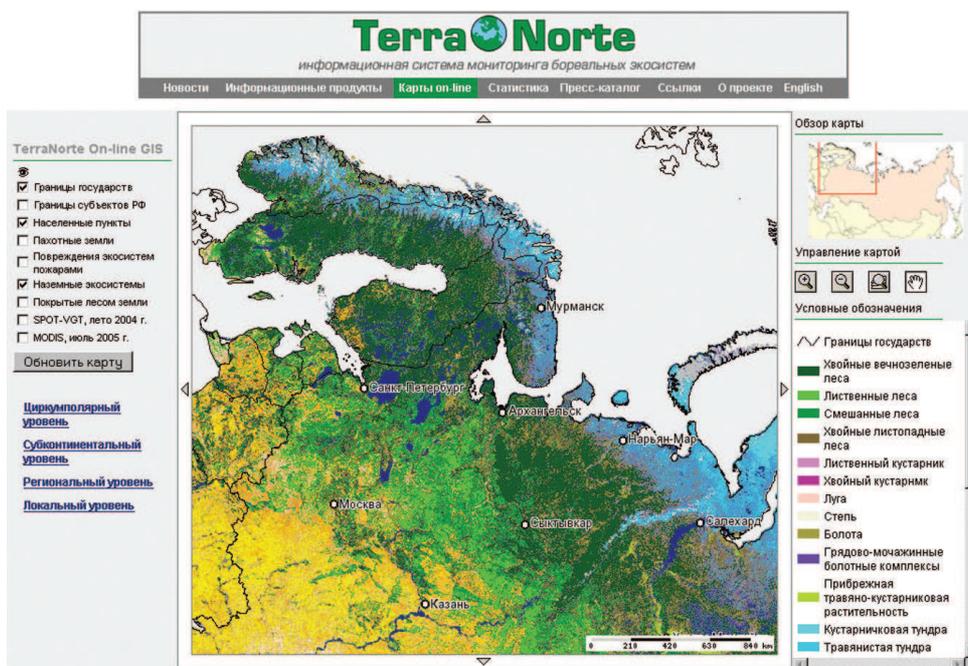


Рис. 1. Интерфейс "Карты on-line". Карта наземных экосистем

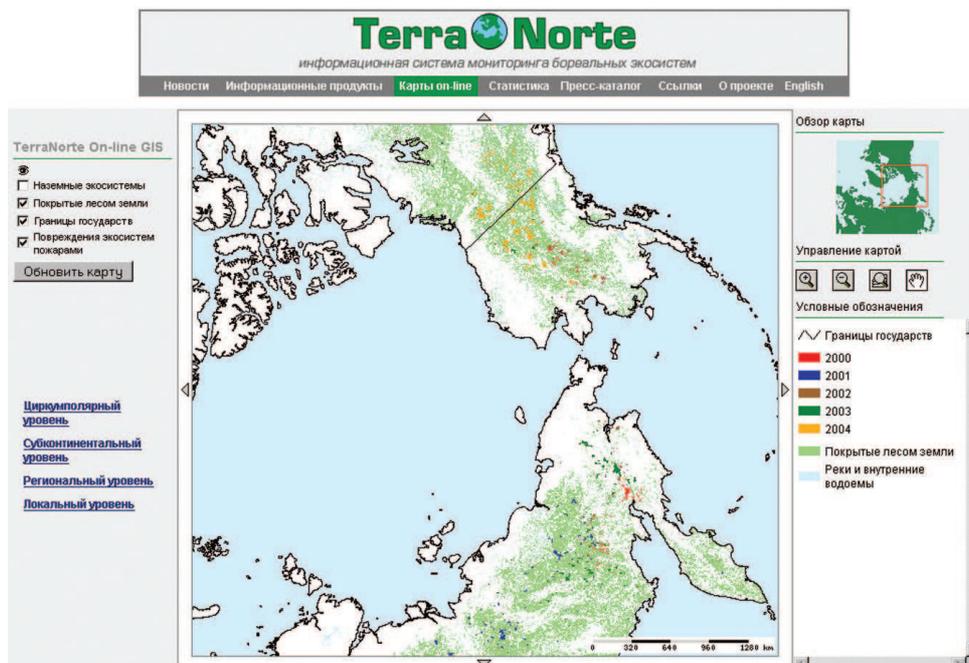


Рис. 2. Интерфейс "Карты on-line". Повреждения экосистем пожарами

Карты регионального уровня охватывают Краснодарский край и Ростовскую область. Они включают ежегодно обновляемые карты сельскохозяйственных культур с 2001 по 2005 г, карты пахотных земель и других типов земного покрова.

Карты локального уровня на данном этапе представлены для двух тестовых участков, расположенных в республике Карелия и республике Коми, в том числе карты лесных вырубок и типов земного покрова. Предполагается включение в состав информационного обеспечения TerraNorte карт локального для ряда других тестовых участков в различных регионах России.

Раздел web-сайта «статистика» предоставляет доступ к базе данных площадей повреждений экосистем пожарами на территории субъектов и федеральных округов РФ, а также стран региона Северной Евразии в разрезе различных типов наземных экосистем. Программное обеспечение сервера позволяет получить в виде таблиц и графиков данные о повреждениях на территории интересующих административных единиц различного уровня (субъекты РФ, федеральные округа, страны и группы стран) с различным уровнем обобщения по типам наземных экосистем. Доступные в настоящее время данные отражают динамику площади повреждений с декадным временным разрешением за период с 2000 по 2005 гг (рис 3). Отдельная база данных позволяет получать по запросу пользователя данные о площадях, занятых различными типами экосистем в разрезе субъектов РФ и других административно-территориальных образований.

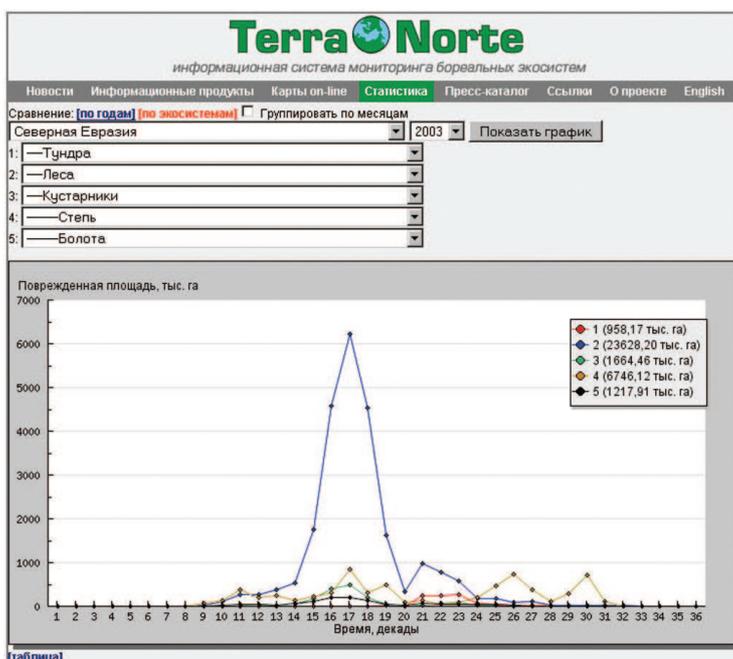


Рис. 3. Представление статистических данных в графической форме

### Особенности программной реализации TerraNorte

Программная реализация пользовательского интерфейса TerraNorte основана на разработках ИКИ РАН и использовании другого ПО с открытым исходным кодом.

Интерактивный картографический интерфейс сделан с использованием MapServer – специализированного средства разработки web-приложений, ориентированных на работу с пространственной информацией. На MapServer возложена подготовка изображения, собираемого из исходных географических данных по заданным параметрам для передачи и отображения в web-браузере пользователя. Элементы управления интерфейсом работают на клиентской стороне и используют интерпретируемый код (скрипты) на языке JavaScript. Это позволяет поддерживать совместимость интерфейса со всеми современными браузерами, не требуя дополнительных компонентов, например, Flash.

Требуемые параметры изображения (набор слоев, масштаб, сдвиг) передаются на серверную сторону. При разработке элементов управления использовался набор открытого JavaScript-кода GDV MapServer Client.

Web-сайт работает под управлением операционной системы FreeBSD и HTTP-сервера Apache. Для хранения статистической информации применяется система управления базами данных MySQL. Средства формирования запросов к базам данных для их визуального анализа, а также система управления содержанием сайта разработаны с использованием языка PHP.

Информационная система TerraNorte разрабатывается при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант РФФИ 04-07-90263-в.

## Литература

1. *Барталев С.А., Бурцев М.А., Луян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А.* Разработка информационной системы поддержки мониторинга состояния и динамики наземных экосистем Северной Евразии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: ИКИ РАН, 2004. С. 131-139.
2. TerraNorte. A new boreal ecosystems monitoring data access facility. Land Cover and Change. Newsletter of the GOF-C-GOLD Land Cover Project Office, no. 9, February 2006.
3. *Барталев С.А., Егоров В.А., Ильин В.О., Луян Е.А.* Синтез улучшенных сезонных изображений Северной Евразии для картографирования и мониторинга динамики растительности по данным SPOT-Vegetation // Всероссийская конференция "Дистанционное зондирование поверхности Земли и атмосферы", Иркутск, 2-6 июня 2003, 9 с.
4. *Bartalev, S.A., A.S. Belward, D. V. Erchov, and A. S. Isaev,* 2003, A new SPOT4-VEGETATION derived land cover map of Northern Eurasia, International Journal of Remote Sensing, Vol. 24, No. 9, 1977 – 1982.
5. *Bartalev, S., Ershov, D., Isaev, A., Potapov, P., Turubanova, S. and Yaroshenko A.Yu.* Russia's Forests. Dominating Forest Types and Their Canopy Density. Scale 1 : 14 000 000. Moscow, 2004.
6. *Егоров В.А., Барталев С.А.* Анализ временных серий спутниковых данных SPOT-Vegetation для детектирования поврежденной пожарами растительности Северной Евразии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: ИКИ РАН, 2004. С. 380-387.
7. *Нейштадт И.А., Барталев С.А., Ершов Д.М., Луян Е.А., Савин И.Ю.* Алгоритмы анализа данных спутниковых наблюдений TERRA-MODIS для мониторинга сельскохозяйственных земель // Геоинформатика, Москва: МИИГАиК, 2004. С. 205-209.
8. *Барталев С.А., Курятникова Т.С., Стийбиг Х.Ю.* Методы использования временных серий спутниковых изображений высокого пространственного разрешения для оценки масштабов и динамики вырубок таежных лесов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: ИКИ РАН, 2004. С. 217-227.