

## ОТДЕЛ ТЕХНОЛОГИЙ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

(56)  
EARTH REMOTE SENSING  
TECHNOLOGIES  
DEPARTMENT  
(56)



**Руководитель — д-р технич. наук  
Евгений Лупян**

*Head — Dr. Evgeny Lupian*

Отдел был образован в 2002 г. на базе сектора «Методы динамики сплошных сред в задачах космической физики». Его специализацией стало использование спутниковых данных для прикладных задач мониторинга — оперативной оценки с помощью космической информации состояния различных земных объектов: сельскохозяйственных угодий, лесов, рыболовецких судов и многих других.

Сотрудники работают с данными целого ряда спутников дистанционного зондирования, российских и зарубежных. Однако для того, чтобы выстроить систему мониторинга, нужно не только соответствующе обработать спутниковую информацию, но и довести её до потребителя в удобной форме, поэтому отдел сегодня ведёт и фундаментальные, и прикладные исследования. Результаты, которые получают сотрудники отдела, развивают сами технологии дистанционного зондирования Земли из космоса, благодаря чему информационные системы становятся оперативнее и информативнее и углубляют знания о состоянии нашей планеты.

Накопленные за более чем десятилетие архивы спутниковых данных и техническая инфраструктура, а также технологические и программные решения, методики анализа спутниковых данных легли в основу Центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа данных спутниковых наблюдений ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды (ЦКП «ИКИ-Мониторинг»).

За время существования отдела его сотрудники опубликовали 816 работ, в том числе 407 статей и книг.

### Основные направления исследований

- Разработка методов, технологий, технических и аналитических средств исследований и мониторинга поверхности Земли, гидросферы, атмосферы и биосферы, а также различных антропогенных объектов и их влияния на окружающую среду;
- разработка методов и технологий построения автоматизированных систем дистанционного мониторинга природных и антропогенных объектов для решения фундаментальных и прикладных задач;
- проведение мониторинга состояния окружающей среды и различных объектов для исследования различных природных и антропогенных процессов на планете Земля;
- решение задач, связанных с развитием дистанционных методов изучения наземных экосистем, в том числе их эволюции под воздействием природных и антропогенных факторов.

The Department was founded in 2002 based on the Sector of the Continuous Media Dynamics Methods in the Space Physics. The Department mission is focused on the use of Earth observation data processing and analysis technologies for an on-line evaluation of various Earth objects: cultivated lands, forests, fishing vessels, and many others.

The staff members are working with the data of the variety of remote sensing satellites, both Russian and foreign ones. But to build up the monitoring system it is required not only to process the satellite information but also to bring it to the consumer in a convenient form. The Department mission is focused on the use of Earth observation data processing and analysis technologies for the department is conducting both fundamental and applied research. The results obtained by the department's staff members are developing the actual technologies of the Earth remote sensing from space thereby the information systems are getting more on-line and meaningful and deepen the knowledge of the our planet's state.

The archives of the satellite data collected for more than ten years and technical infrastructure as well as technological and program solutions, methods of satellite data analysis provided the basis for the IKI Center for Collective Use of Satellite Data Archiving, Processing, and Analysis to resolve the problems of environment exploration and monitoring (TsKP IKI-Monitoring).

Throughout the department's existence its staff members prepared 816 publications including 407 articles and books.

### Research areas

- Development of the methods, technologies, technical, and analytic means of research and monitoring of the Earth's surface, hydrosphere, atmosphere, and biosphere as well as various anthropogenic objects and their influence on the environment;
- development of the methods and technologies of building automated systems of remote monitoring of natural and anthropogenic objects for fundamental and applied problems;
- monitoring of the state of environment and various objects for investigation of various natural and anthropogenic processes on the Earth;
- terrestrial ecosystems dynamics study under the influence of natural and anthropogenic factors.

**Лаборатория технологий мониторинга подвижных объектов (561)** (*руководитель — канд. физ.-мат. наук Владимир Пырков*)

- Разработка методов, технологий и систем дистанционного мониторинга подвижных объектов;
- фундаментальные и прикладные исследования в области изучения окружающей среды и водных биологических ресурсов с использованием современных методов дистанционного мониторинга;
- создание, внедрение и поддержка специализированных систем дистанционного мониторинга водных биологических ресурсов.

**Лаборатория информационной поддержки космического мониторинга (562)**

(*руководитель — канд. физ.-мат. наук Алексей Мазуров*). **Сектор ресурсов коллективного пользования (562.1)** (*руководитель — канд. техн. наук Андрей Прошин*)

- Разработка физических основ, методов, технологий и систем для автоматизированного сбора, обработки, анализа и распространения спутниковых данных и результатов их обработки;
- создание и ведение долговременных архивов данных наблюдений за состоянием окружающей среды для решения научных и прикладных задач;
- разработка новых методов и систем для работы с распределёнными информационными ресурсами о состоянии окружающей среды для решения фундаментальных и прикладных задач;
- создание, внедрение и поддержка специализированных систем дистанционного мониторинга.

Задача сектора ресурсов коллективного пользования, который входит в состав лаборатории, — поддержка и развитие Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг».

**Лаборатория спутникового мониторинга наземных экосистем (563)** (*руководитель — д-р техн. наук Сергей Барталёв*). **Сектор спутникового мониторинга продуктивности земель (563.1)** (*руководитель — канд. физ.-мат. наук Дмитрий Плотников*)

- Разработка физических основ и методов обработки дистанционных наблюдений для получения различных характеристик состояния наземных экосистем;
- разработка методов и технологий картографирования растительного покрова с использованием данных спутниковых наблюдений;

**Mobile Objects Monitoring Technologies Laboratory (561).** *Head — Dr. Vladimir Pyrkov*

- Development of the methods, technologies, and systems of remote monitoring of the mobile objects;
- fundamental and applied research in the field of aquatic environment and biological resources study using the advanced methods of remote monitoring;
- construction, implementation, and maintenance of special systems for the monitoring of aquatic biological resources.



**Владимир Пырков**  
Vladimir Pyrkov

**Information Support of Remote Sensing Laboratory (562).** *Head — Dr. Alexei Mazurov.*  
**Collective Use Resources Sector (562.1).** *Head — Dr. Andrey Proshin*

- Development of the physical basis, methods, technologies, and systems for automated collection, processing, analysis, and distribution of the satellite data and the results of their processing;
  - establishment and support of the long-term archives of the processed data on the state of environment for resolution of the scientific and applied problems;
  - development of new methods and systems for operations with the distributed information resources on the state of environment for resolution of fundamental and applied problems;
  - design, introduction, and support of special systems of remote monitoring.
- The laboratory is supporting also the Center for Collective Use *IKI-Monitoring*.



**Алексей Мазуров**  
Alexei Mazurov



**Андрей Прошин**  
Andrey Proshin

**The Terrestrial Ecosystems Monitoring Laboratory (563).** *Head — Dr. Sergey Bartalev.*  
**The Land Productivity Monitoring Sector (563.1).** *Head — Dr. Dmitri Plotnikov*

- Physical basis for the Earth observations data processing methods to retrieve terrestrial ecosystems characteristics;
- methods and technologies of the vegetation cover mapping using the Earth observation data;



**Сергей Барталёв**  
Sergey Bartalev



**Дмитрий Плотников**  
Dmitri Plotnikov

- исследование процессов динамики наземных экосистем с помощью технологий спутникового мониторинга;
- создание и ведение долговременных архивов данных о состоянии наземных экосистем, полученных на основе технологий дистанционного мониторинга;
- участие в создании, внедрении и поддержке специализированных систем дистанционного мониторинга.

Задача сектора спутникового мониторинга продуктивности земель в составе лаборатории — разработка методов и технологий дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель, в том числе для решения задач рационального землепользования.

### Основные результаты

#### Разработка адаптивных методов обработки спутниковых данных

Основная отличительная черта методов тематической обработки спутниковых данных — возможность использовать их на больших территориях национального, континентального и глобального охвата. При этом необходимо, чтобы они обеспечивали как возможность высокого уровня автоматизации обработки спутниковых данных, так и адаптивность разрабатываемых алгоритмов и методов к различным временным и пространственным условиям наблюдения. Именно пространственно-временная адаптивность позволяет использовать эти методы без дополнительной «ручной» настройки параметров в широком диапазоне меняющихся физических характеристик наблюдаемых объектов и условий спутниковых наблюдений.

Принципиально новые возможности в развитии подобных подходов открыл разработанный в отделе метод локально-адаптивной классификации **LAGMA**. В его основе лежит принцип пространственной локализации процессов обучения классификатора и распознавания наблюдаемых объектов. Этот принцип позволяет обеспечить адаптивность классификатора к пространственным изменениям физико-географических условий местности как одно из важнейших требований, предъявляемых к методам обработки спутниковых данных на глобальном уровне. В отличие от ранее известных подходов методу **LAGMA** генетически присущ механизм учёта пространственной изменчивости спектрально-отражательных характеристик (или любых других признаков распознавания) типов земного покрова. Благодаря этому появляется возможность унифицированного картографирования растительного покрова больших территорий без предварительной стратификации, и, как следствие, метод **LAGMA** можно эффективно использовать

- terrestrial ecosystems dynamics using the Earth observation technologies;
- long-term data archives on the terrestrial ecosystems state developed based on the remote sensing technologies.

The Land Productivity Monitoring Sector within the laboratory is focusing on the development of the methods for the agricultural lands remote sensing.

### Main Results

#### Development of adaptive methods for Earth observation data processing

The distinctive feature of the Earth observation data is an opportunity to use them for large territories mapping and monitoring at national, continental-wide, and global levels. Mapping and monitoring of large territories require high-level automation of remote sensing data processing and the algorithms adaptability to observational conditions. It is the space-time adaptability that enables to utilize these methods without additional manual setup of the parameters in a wide range of changing physical characteristics of the observed objects and conditions of satellite observations,

New opportunities in the development of such approaches were open by the **locally adaptive classification method LAGMA** (Locally Adaptive Global Mapping Algorithm). It is based on the principle of spatial localization of the processes of classifier training and observed objects recognition. This principle enables to provide the classifier's adaptability to the spatial changes of the physical and geographical local conditions as one of the most important requirements imposed to the methods of satellite data processing at the global level. Unlike previous approaches, **LAGMA's** specific feature is the accounting instrument of spatial variability of the spectral reflectance characteristics (or other recognition criteria) of the type of land cover. Due to this method we have an opportunity of unified mapping of the vegetation cover on large territories without a prior stratification and, as a consequence, **LAGMA** method can be applied efficiently for plotting the vegetation cover maps of any, even global, geographical coverage.



**Карта растительного покрова России TerraNorte RLC по данным MODIS**

*A map of the Russia's vegetation cover TerraNorte RLC obtained from MODIS*

для создания карт растительного покрова любого, вплоть до глобального, географического охвата.

На основе разработанного метода сегодня создана серия тематических карт России, отражающих основные типы растительного покрова, породный состав и биомассу лесов, пространственное распределение пахотных земель.

#### **Спутниковое картографирование наземных экосистем**

Благодаря спутниковому картографированию наземных экосистем и, в частности, растительного покрова человечество стало получать самую актуальную информацию о состоянии окружающей среды, что было невозможно ещё десятилетия назад. Сегодня мы можем по-новому взглянуть на различные процессы, происходящие в экосистемах, своевременно обнаруживать и интерпретировать процессы, происходящие при достаточно быстрых глобальных изменениях климата и окружающей среды.

В последние годы в отделе были созданы принципиально новые технологии такого картографирования, позволяющие во многих случаях ежегодно получать информацию практически по всей территории Северной Евразии. В частности, совместно с партнёрами создан и постоянно актуализируется ряд уникальных карт растительного покрова России, отражающих пространственное распределение основных типов растительности, породный состав и биомассу (объёмы стволовой древесины) лесов.

Today, based on the LAGMA method a series of thematic maps of Russia was developed with focus on the land cover, forest species composition, and biomass, arable lands, and crop types.

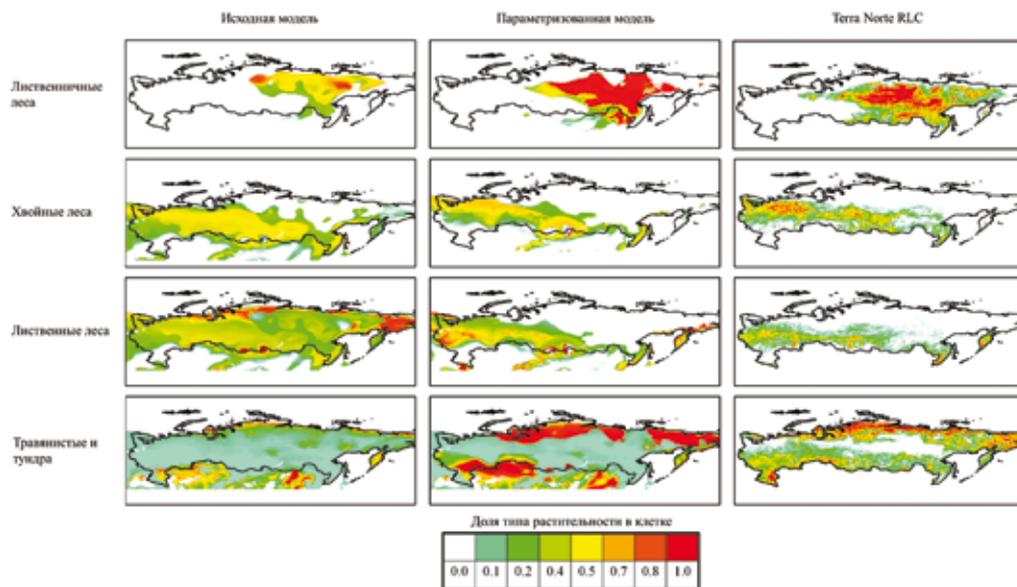
#### **Terrestrial Ecosystems Mapping**

Actual information on environment is currently received through terrestrial ecosystems mapping using satellite data, in particular, land cover, which was not possible even a decade ago. Today we have a new look at the different processes in ecosystems, timely detect and interpret the processes taking place under a sufficiently rapid changes of global climate and environment.

In recent years, the Department created fundamentally new mapping technologies, allowing to receive information annually for the entire territory of the Northern Eurasia. In cooperation with partners a series of unique land cover maps for Russia, reflecting the spatial distribution of main vegetation types, tree species, and biomass (volume of stem wood) of forests has been developed and annually updated.

**Сравнение распределения растительности по данным исходной и регионально параметризованной модели с картой растительного покрова России**

*Comparison of distribution of vegetation according to original and parameterized models and regional land cover map of Russia*



Ярким примером возможностей разработанных в отделе подходов стала серия карт растительного покрова России **TerraNorte RLC**, ежегодно с начала настоящего столетия создаваемые на основе данных MODIS с пространственным разрешением 230 м. Эти карты включают 22 тематических класса, 18 из которых характеризуют различные типы растительности, выделенные с учётом их жизненных форм, типов вегетативных органов и фенологической динамики.

**Разработка новых прогностических моделей, ориентированных на ассимиляцию данных дистанционного зондирования**

Один из потенциально эффективных инструментов прогноза динамики биосферы в условиях изменений климата — глобальные динамические модели растительного покрова, предназначенные для воспроизведения пространственного распределения различных его типов в масштабах планеты. Такого рода модели всё более широко применяются в исследованиях биогеохимических циклов и процессов обмена энергией между наземными экосистемами, атмосферой и другими компонентами геосистемы. В последние десятилетия появились принципиально новые возможности получения информации о природных и антропогенных объектах на основе спутниковых данных. Соответственно, резко возросла потребность в моделях, способных ассимилировать данную информацию.

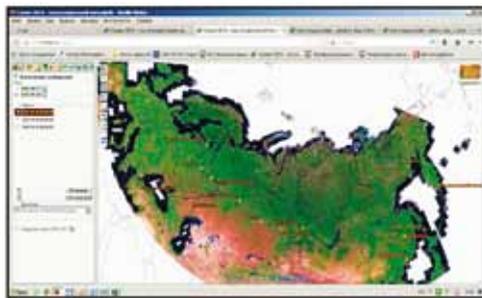
Работы по созданию таких моделей были начаты в отделе в 2010 г. Сегодня разработанные подходы позволяют ассимилировать

Good example of developed in the Department approaches are the series of land cover maps of Russia **TerraNorte RLC**, updated annually since the beginning of this century based on MODIS data with spatial resolution of 230 m. These maps include 22 thematic classes, 18 of which characterize different types of vegetation, classified with account to their life forms, leaves types, and phenological dynamics.

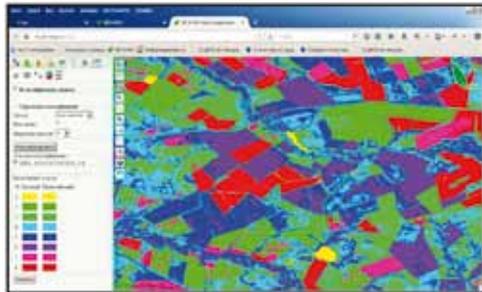
**Development of New Predictive Models Based on Remote Sensing Data Assimilation**

One of potentially effective tools to forecast the dynamics of the biosphere under climate change are global dynamic models of vegetation for reproducing of different types of its spatial distribution on a global scale. Such models are increasingly used in studies of biogeochemical cycles and processes of energy exchange between terrestrial ecosystems, atmosphere, and other components of geosystems. In recent decades there are fundamentally new opportunities for retrieval of information on natural and man-made objects on the basis of satellite data. And the demand for models to assimilate the information sharply increases.

Works on the creation of such models were launched in the Department in 2010. Nowadays developed approaches allow assimilating the results of satellite data processing into various mathematical models and specify their parameters by optimization methods. In particular, assimilation of land cover map of Russia into the SEVER global dynamic vegetation model allowed to conduct its regional parametrization



Выбор нужного региона и проекции



Возможность проведения классификации



Возможность анализа одновременных данных



Анализ рядов данных в различных точках

**Возможности построения различных интерфейсов для удалённого анализа данных**

*Potential of constructing of various interfaces for remote data analysis*

результаты обработки спутниковых данных в различные математические модели и уточнять их параметры методами оптимизации. Так, в частности, ассимиляция карты растительного покрова России в глобальную динамическую модель растительности SEVER позволила выполнить её региональную параметризацию и, как следствие, качественно повысить достоверность восстановления географического распределения функциональных типов растительности на территории страны.

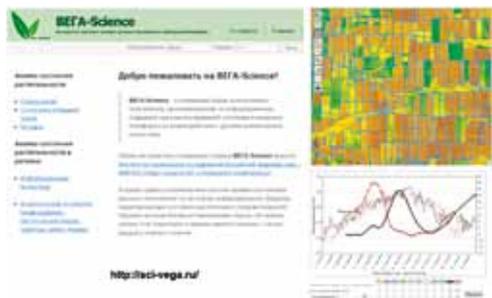
#### **Создание технологий распределённой работы со сверхбольшими архивами спутниковых данных для решения научных и прикладных задач**

Быстрый рост возможностей современных спутниковых систем привёл к взрывному росту получаемой ими информации. Сегодня на орбите работают уже почти полторы сотни спутниковых систем, оперативно получающие огромные объёмы информации о состоянии окружающей среды, природных и антропогенных объектов. Архивы накопленных данных в различных центрах уже давно перевалили за петабайтные рубежи. Естественно, что, когда данных так много, необходимы принципиально новые подходы к работе с ними. Фактически в настоящее время необходимо создать такие технологии, которые позволили бы специалистам в области дистанционного зондирования свободно удалённо оперировать с информацией, физически находящейся в различных центрах.

and as a result, qualitatively improve the accuracy of recovery of geographical distribution of functional vegetation types within the country.

#### **Development of Technologies of Distributed Work with Extra-large Archives of Satellite Data for Scientific and Applied Issues**

The increasing potential of modern satellite systems led to accelerated growth of information they received. Today, there are nearly a hundred and fifty satellite systems operating on orbit received huge volume of information on environmental condition, natural and anthropogenic objects. Archives of accumulated data in different centres have exceeded petabyte scale. And if there are a lot of data, so new approaches should be developed for their processing. At present it is necessary to create technologies that allow remote sensing experts to operate the information located in different centres distantly. Thus the main task is not only a search of required data and their acquisition, but rather a creation of special tools for processing and analysing the required data sets using the distributed computational resources.



Спутниковый сервис  
«ВЕГА-Science»

VEGA-Science Satellite Service

При этом основной задачей становится не столько организация поиска необходимых данных, для их последующего физического получения, сколько создание специальных инструментов, которые могли бы позволить обработать и проанализировать необходимые наборы данных с использованием распределённых вычислительных ресурсов.

Работы по созданию элементов таких технологий были начаты в ИКИ РАН в начале двухтысячных годов. К настоящему времени в отделе создана уникальная технология GEOSMIS, позволяющая создавать распределённые инструменты работы со спутниковой информацией в интересах различных научных и прикладных систем дистанционного мониторинга. Данная технология активно используется при создании и развитии различных информационных систем, примеры которых приведём ниже.

#### Создание и поддержка специализированных информационных систем дистанционного мониторинга, ориентированных на решение научных задач

##### Система «ВЕГА-Science»

Проект «ВЕГА-Science» — создание на единой технологической платформе информационных сервисов, которые обеспечивают пользователям возможность удалённой работы с данными спутниковых наблюдений, результатами их обработки и сопутствующей информацией для решения задач мониторинга возобновляемых биологических ресурсов. ВЕГА реализует концепцию геопространственного веб-сервиса, собирающего спутниковую и другую географическую информацию из различных источников и дающего пользователям по всему миру доступ к ней практически в режиме реального времени.

«ВЕГА-Science» — спутниковый сервис, ориентированный на информационную поддержку научных исследований состояния и динамики биосферы. С его помощью можно анализировать состояние и динамику растительного покрова на всей территории Северной Евразии с начала XXI столетия, в том числе с использованием временных рядов вегетационных индексов, получаемых для любой отдельной точки региона или заданного пользователем полигона. Поскольку этот сервис ориентирован в первую очередь на исследователей, то условие работы с ним — согласие пользователя на свободное предоставление введённой им в систему информации для всех пользователей сервиса для решения научных задач.

В настоящее время возможностью работы с системой VEGA-Science пользуются специалисты более 20 научных и учебных организаций для выполнения различных научных проектов.

The works to develop elements of these technologies started in IKI at the beginning of 2000's. To date a unique GEOSMIS technology has been created in the Department, allowing to produce distributed tools to work with satellite information for various scientific and applied systems of remote monitoring. This technology is widely used in the creation and development of various information systems; examples are given below.

#### Development and Maintenance of Specialized Information Systems of Remote Monitoring focused on Scientific Issues

##### VEGA-Science System

VEGA-Science project is focused on the development on a unified technological platform for information services providing the users with distant work with satellite data, processing products, and relevant information to meet the challenges of monitoring of renewable biological resources. VEGA implements the concept of geospatial web-service collecting satellite and other geographical information from different sources and providing near real time access to all users worldwide.

VEGA-Science is a satellite service for collective use, oriented on information support of scientific studies on status and dynamics of biosphere. The service is based on long-term archives of satellite data and information products received on their basis, that characterizing vegetation cover conditions in the Northern Eurasia. There are data in the archives on any area of this territory since the beginning of the twenty-first century. Service VEGA-SCIENCE, in particular, allows to analyze condition of vegetation cover using the time series of vegetation indices, its seasonal and long-term dynamics for any individual site or polygon specified by the user.

The main requirement for access to VEGA-Science is the agreement of its potential users on free disclosure of information provided to the system to all users of the service for scientific objectives.

At present experts of more than 20 scientific and educational organizations are used VEGA-Science to implement scientific projects.

Система создавалась и поддерживается в рамках проектов Российской академии наук (тема «Мониторинг»).

### Система See The Sea

Спутниковый сервис See The Sea (STS) начал создаваться в ИКИ РАН в 2011 г. Он ориентирован на комплексный анализ данных спутникового дистанционного зондирования в интересах исследования Мирового океана. Систему создают и поддерживают совместно отделы технологий спутникового мониторинга и исследований Земли из космоса ИКИ РАН, при поддержке РФФИ.

Основная цель сервиса STS — обеспечение исследователей возможностями доступа и инструментами анализа информации, полученной на основе данных спутниковых наблюдений (оперативных и архивных), для изучения различных процессов в океане и атмосфере над ним. Особое внимание при создании STS уделялось возможности совместного хранения и комплексного использования данных, различных по своей физической природе (активное и пассивное микроволновое зондирование, многоспектральные оптические, гиперспектральные и ИК-данные), пространственному разрешению, размерности и времени получения.

С помощью инструментов, реализованных в STS, можно не только искать и выбирать информацию из архивов, но и анализировать данные. Основное достоинство созданного сервиса — предоставляемый исследователям инструментарий для комплексного анализа различных явлений и процессов в Мировом океане, оценки их количественных и качественных характеристик, выявления пространственных и временных изменчивостей, изучения условий возникновения и развития. В сервисе STS предусмотрены возможности описания различных процессов и явлений, происходящих в Мировом океане, и ведения долговременных баз данных таких описаний.

### Система VolSatView

Основная задача сервиса VolSatView — обеспечить специалистов-вулканологов оперативными спутниковыми данными и информационными продуктами на основе их обработки для мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил. Система развивается совместно ИВиС ДВО РАН, ВЦ ДВО РАН, Дальневосточным Центром (ДЦ) «НИЦ «Планета» и отделом технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН при поддержке РФФИ и программ ДВО РАН.

Сервис обеспечивает автоматический сбор, обработку и архивацию различной информации по регионам действия вулканов Камчатки и Курил, получение и архивацию спутниковой информации и результатов её

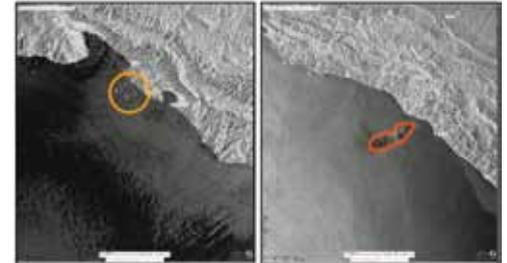
The system was developed and is maintained within the framework of projects of the Russian Academy of Sciences (“Monitoring”).

### See the Sea System

See the Sea (STS) satellite service started in IKI RAS in 2011. It is focused on a complex analysis of satellite remote sensing data for the Ocean studies. The system is developed and maintained jointly by the Earth Remote Sensing Technologies and Earth Research from Space Departments of IKI, with support of the Russian Foundation for Basic Research (RFBR).

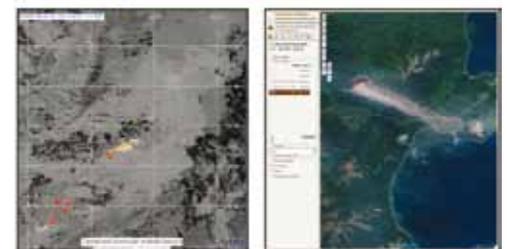
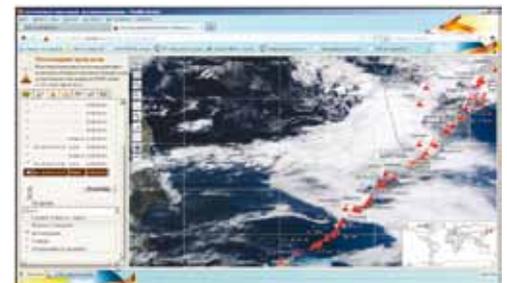
The STS main goal is to provide researchers with access facilities and information analysis tools for satellite data (online and archived), to investigate processes in the Ocean and atmosphere. Particular attention, as STS was developing, was paid to the possibility of joint storage and complex use of data of different physical nature (active and passive microwave sensing, multispectral optic, hyper-spectral, and IR data), spatial resolution, size, and time of acquisition.

The tools of STS provide the search and selection of information from archives, as well as data analysis. The main point of the service is the instrumentation for complex analysis of various phenomena and processes in the Ocean, assessment of their quantity and quality characteristics, detection of spatial and temporal variability, and investigation of origin and development conditions. The STS service provides a description of various processes and phenomena in the Ocean and maintenance of the long-term databases of these descriptions.



**Спутниковый сервис STS — возможность исследовать различные явления на морской поверхности**

*STS satellite service — the opportunity to study various phenomena on sea surface*



**Спутниковый сервис VolSatView. Исследование вулканической активности Камчатки и Курил**

*VolSatView Satellite Service. Study of volcanic activities in Kamchatka and the Kuril Islands*

обработки из различных центров приёма и обработки спутниковых данных. В настоящее время в системе используются данные различных метеорологических спутниковых систем, российских и зарубежных (NOAA, Terra, Aqua, «Метеор-М» № 1). Приём и обработку информации, поступающей от них, ведёт ДЦ «НИЦ «Планета». В систему также поступают данные спутников Landsat (в настоящее время функционируют спутники Landsat 7 и 8) и данные прибора Hyperion (спутник EOS-1). Кроме этого пользователи системы имеют возможность работы с данными российских спутников «Ресурс-П» и «Канопус-В», которые предоставляет «НИЦ «Планета» и Геопортал Роскосмоса. В сервис также поступают различные метеоданные. Можно работать с данными различных систем, которые следят за вулканической и сейсмической активностью в регионе, в том числе с данными группы KVERT, информационной системы «Вулканы Курило-Камчатской островной дуги» Геопортала ИВиС ДВО РАН и АИС «Сигнал». Благодаря этому, в частности, можно непосредственно в системе получать доступ к данным видеонаблюдений за вулканами Шивелуч, Ключевской, Горелый и Авачинский.

В сервисе имеются архивы данных с 2001 г. по настоящее время.

#### **Создание и поддержка специализированных информационных систем дистанционного мониторинга, ориентированных на решение научных задач**

##### **Информационная система дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства («ИСДМ-Рослесхоз»)**

«ИСДМ-Рослесхоз» создавалась по заказу Федерального агентства лесного хозяйства для оперативного дистанционного мониторинга лесных пожаров и их последствий. В 2003 г. она была введена в опытную эксплуатацию, а в 2004 г. — в промышленную. Система создавалась большим консорциумом, в состав которого входили организации и институты Рослесхоза, РАН, Росгидромета, а также организации других ведомств и частные предприятия. Эксплуатацию системы осуществляет «Авиалесоохрана».

Система обеспечивает оперативный сбор, обработку и распространение информации по всей территории России. Сегодня она позволяет работать с данными, поступающими с более чем 15 космических аппаратов. В интересах системы сегодня функционируют информационные узлы, расположенные в центрах приёма в Московском, Новосибирском, Красноярском и Хабаровском регионах. Кроме спутниковой информации в систему также поступают метеоданные, данные грозопеленгации и наземных наблюдений. Все процессы сбора, обработки,

Service provides automatic data collection, processing and archiving of information relating to the volcanoes activity areas in Kamchatka and the Kuril Islands, acquisition and archiving of satellite data and processing products from different centers of satellite data collection and processing. At present, the system is using the data of various meteorological satellite systems, both Russian and foreign (NOAA, Terra, Aqua, Meteor-M No.1). Receiving and processing is conducted by SRC “Planeta”. The system also receives Landsat (currently operating satellites Landsat-7 and -8) data and data from Hyperion (satellite EOS-1). In addition, the system users have an opportunity of working with the data from the Russian Resurs-P and Kanopus-V satellites provided by SRC “Planeta” and Roscosmos Geoportal. The service also receives various meteorological data. The data from different systems for monitoring of volcanic and seismic activity in the region including the KVERT group data, data of the Volcanoes of Kurile-Kamchatka Island Arc Information System of the IVS DVO RAS Geoportal and Signal Automated Data System are available for users. Users also have access to video observation data of Sheveluch, Klyuchevskoy, Gorely, and Avachinskiy volcanoes directly in the system.

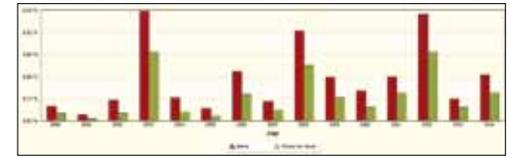
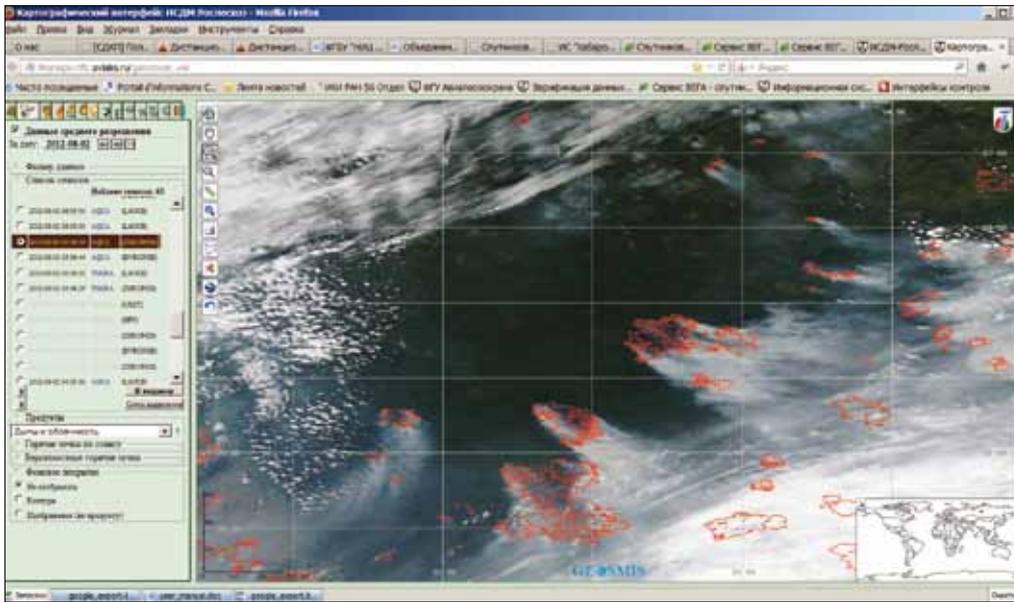
The archive data are available since 2001 to the present.

#### **Development and Support of Special Information Systems of Remote Monitoring**

##### **Information System for remote monitoring of the Federal Forestry Agency (“ISDM-Rosleskhoz”)**

The ISDM-Rosleskhoz system was developed by the request of the Federal Forestry Agency for real-time remote monitoring of forest fires and caused damages. In 2003 this system was put into a trial operation and in 2004 — into commercial. The system was developed by a large consortium included organizations and institutes of Rosleskhoz, the RAS, Rosgidromet, as well as organizations of other institutions and private enterprises. The system is operated and maintained by Avialesookhrana.

The system provides rapid collection, processing, and dissemination of information within the whole territory of Russia. Currently users can work with data from more than 15 satellites. Operate information hubs, working for the system, are located in receiving centers in Moscow, Novosibirsk, Krasnoyarsk, and Khabarovsk regions. In addition to the satellite information, the system also receives meteorological data, lightning direction data, and Earth observation data. Data collection, processing, archiving, and distribution in the system are completely automated: currently this is the largest system in the world by automation level and coverage of observed territory.



**Пример анализа пожарной ситуации в системе «ИСДМ-Рослесхоз»**

*Example of the fire situation analysis at "ISDM-Rosleskhoz system"*

архивации и распространения данных в системе практически полностью автоматизированы: по уровню автоматизации и охвату наблюдаемой территории она сегодня является самой крупной в мире.

Как базовые технологии, обеспечивающие работу с данными, в системе использованы разработки отдела технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН. Особо стоит отметить, что в интересах системы были разработаны автоматизированные методы обработки спутниковых данных, которые позволяют оперативно восстанавливать различные характеристики, необходимые для оценки пожарной опасности, оценивать площади, пройденные огнём, прогнозировать возможные сценарии развития лесных пожаров и вызванные ими повреждения.

В настоящее время возможностями «ИСДМ-Рослесхоз» пользуются несколько тысяч учреждений и организаций, которые занимаются мониторингом, предупреждением и тушением лесных пожаров, а также оценкой их последствий.

#### **Отраслевая система мониторинга Федерального агентства по рыболовству**

Отраслевая система мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за промысловой деятельностью судов («ОСМ Росрыболовства») была введена в эксплуатацию в марте 2000 г. Она создавалась и поддерживается кооперацией отраслевых коммерческих и научных организаций, в частности, ВНИЭРХ, КЦСМ, Региональным центром мониторинга (МРЦМ), ИКИ РАН, НЦМС, ЗАО «Транзас» и др. Головная организация, обеспечивающая поддержку и развитие ОСМ, — ЦСМС.

The works-out of the IKI RAS Earth Remote Sensing Technologies Department are used as basic technologies providing data management in the system. It is noteworthy that automated methods of satellite data processing were developed for the system that allow promptly restore various characteristics required for assessment of the fire danger, estimate areas covered by fire, predict possible scenarios of forest fires and damages.

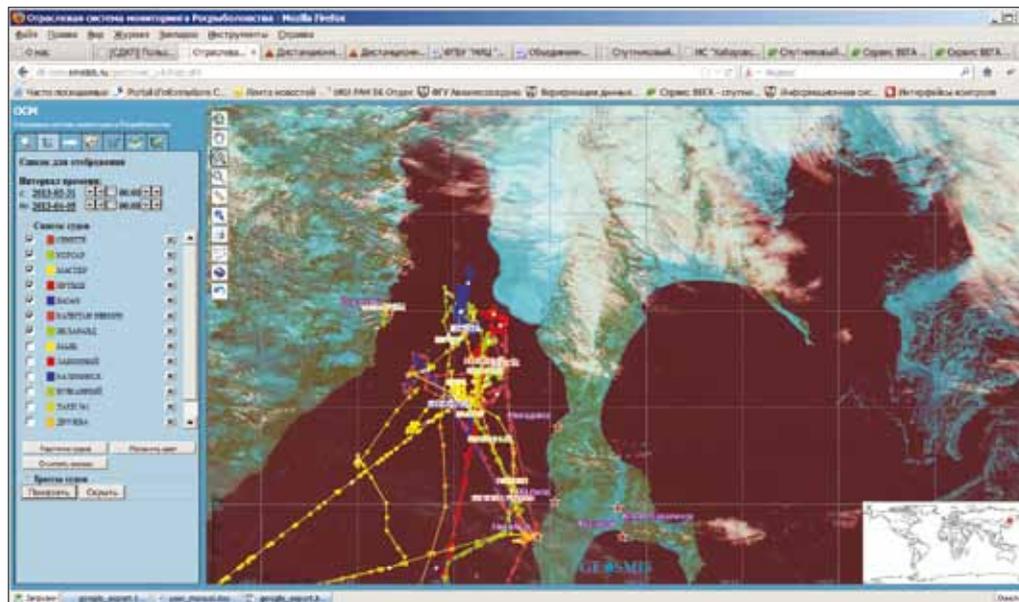
At present thousands of institutions and organizations are used ISDM-Rosleskhoz for monitoring, prevention and extinguishing of forest fires as well as damages assessment.

#### **Sectoral monitoring system of the Federal Fishery Agency (OSM Rosrybolovstva)**

Sectoral monitoring system of marine biological resources, monitoring, and control of game-fishing activities of vessels (OSM Rosrybolovstva) was put into operation in March 2000. It was developed and supported by commercial and scientific organizations as VIERKh, KTSM, MRTsM, IKI RAS, NTsMS, CJSC "Tranzas", and others. Leading organization providing OSM maintain and development is TsSMS.

**Система «ОСМ Росрыболовства». Анализ промысловой ситуации в Татарском проливе**

OSM Rosrybolovstva system. Analysis of game-fishing situation in the Tartyary Strait



Сейчас ОСМ обеспечивает мониторинг российских и иностранных судов, ведущих промысел в экономической зоне России, а также российских судов, находящихся на промысле в различных районах Мирового океана. ОСМ обеспечивает контроль нескольких тысяч судов, из которых около 2000 обычно находятся на промысле. По числу судов, находящихся под контролем, система является самой крупной в мире.

В ОСМ в полностью автоматическом режиме собирается и обрабатывается различная информация, необходимая для контроля промысловой деятельности, в том числе о позиционировании промысловых судов.

Сейчас в состав ОСМ входит около 50 информационных узлов в организациях, подведомственных Росрыболовству, подразделениям береговой охраны пограничной службы (ПС) ФСБ, региональным службам, МВД и др.

Автоматизированные процессы сбора, обработки и распространения информации в системе в большой степени реализованы на технологиях, разработанных в отделе технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН.

**Объединённая система работы с данными центров НИЦ «Планета» Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды**

Сегодня данные спутникового дистанционного зондирования Земли стали одним из основных инструментов для решения различных задач гидрометеорологии, мониторинга окружающей среды, чрезвычайных ситуаций и опасных явлений. Для оперативного получения, обработки и распространения такой информации в составе Росгидромета функционирует научно-

Today OSM is monitoring Russian and foreign vessels fishing in economic zone of Russia as well as Russian vessels fishing in various regions of the World Ocean. OSM is providing control of several thousand vessels, 2000 of which are usually in the fishery. The system is the largest in the world by the amount of vessels under control.

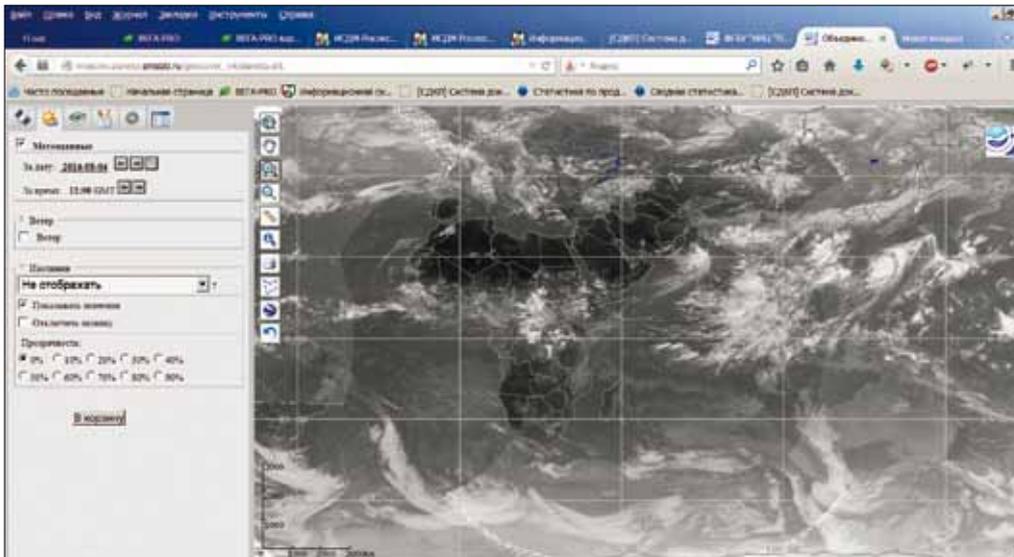
OSM is collecting and processing various information required for fishery control including fishing boat positioning in a completely automatic mode.

Today OSM includes around 50 information web-sites in the organizations subordinated to Rosrybolovstvo, the Coast Guard of the Border Service of the Federal Security Service of the Russian Federation, regional services, the Ministry for Internal Affairs and others.

The automated processes of information collection, processing, and distribution in the system are well implemented in the technologies developed by the Earth Remote Sensing Technologies Department.

**Integrated System of Data Management of SRC “Planeta” of the Federal Agency for Hydrometeorology and Environmental Monitoring**

Today the data of satellite remote sensing are the primary tools in hydrometeorology, environmental, emergencies, and dangerous events monitoring. SRC “Planeta” is operating in Rosgidromet to provide rapid acquisition, processing, and distribution of information, and is responsible for one of the largest network of satellite data acquisition and processing in the world. The core centers of this network are located



**Информационная система НИЦ «Планета» Росгидромета. Анализ данных геостационарных спутников**

*Information System of Scientific Research Center "Planeta" of Rosgidromet. Geostationary satellites data analysis*

исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета», обеспечивающий работу одной из крупнейших в мире сетей приёма и обработки спутниковых данных. Основные центры этой сети расположены в Москве, Долгопрудном, Обнинске (Европейский центр «НИЦ «Планета»), Новосибирске (Сибирский центр) и Хабаровске (Дальневосточный центр). Данная сеть обеспечивает приём и обработку более 300 ГБ данных в сутки, поступающих с более чем 20 отечественных и зарубежных КА.

Для оперативного доступа к архивам спутниковых данных и различным информационным продуктам на их основе «НИЦ «Планета» совместно с ИКИ РАН разработали и внедрили объединённую систему работы с информацией, получаемой в центрах приёма. Система позволяет не только получать доступ к информации различных центров, но и проводить комплексный анализ информации, поступающей от спутниковых систем, в том числе и удалённо.

Автоматизированные процессы получения, обработки, архивации и представления спутниковых данных и результатов их обработки реализованы сегодня в системе на основе технологий, разработанных в отделе технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН.

### **Информационная система VEGA-PRO**

VEGA-PRO — профессиональный информационный сервис анализа данных спутниковых наблюдений для оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов. В его основу легли многолетние разработки отдела в области автоматизированных методов и технологий сбора, обработки и распространения спутниковых данных.

in Moscow, Dolgoprudny, Obninsk (European Center of SRC Planeta), Novosibirsk (Siberian Center), and Khabarovsk (Far-Eastern Center). This network provide daily acquisition and processing of more than 300 GB data from more than 20 Russian and foreign satellites.

For quick access to satellite data archives and various information products, SRC "Planeta" in cooperation with IKI developed and implemented an integrated system for operating with data from acquisition centers. The system provides access and complex analysis of information from different centers, also distantly.

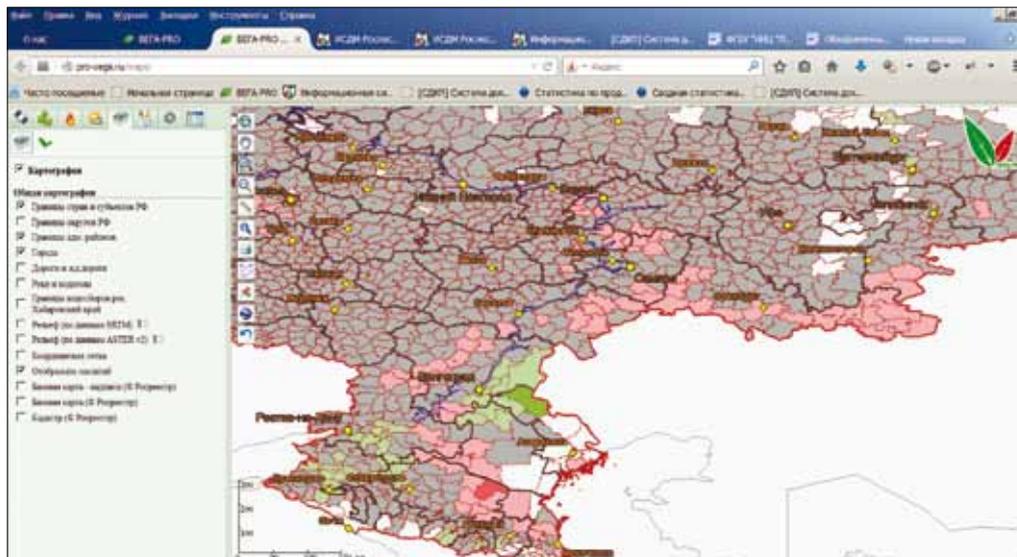
Automated processes of acquisition, processing, archiving and presentation of satellite data as well as the results of their processing are implemented in the system based on the technologies developed by the IKI RAS Department of Satellite Monitoring Technologies.

### **Information System VEGA-PRO**

VEGA-PRO is a professional information service for monitoring of renewable biological resources based on satellite data analysis. VEGA-PRO Service is created based on long-term developments of the Earth Remote Sensing Technologies Department in the field of automated methods and technologies for satellite data collection, processing and dissemination.

**Система ВЕГА-PRO. Анализ аномалий в развитии сельскохозяйственных культур**

VEGA-PRO system. Analysis of crop development anomalies



Сервис ВЕГА-PRO был создан в 2013 г. совместно специалистами ИКИ РАН и Института космических исследований Земли (ООО «ИКИЗ») при поддержке фонда Сколково. Работу сервиса ВЕГА-PRO поддерживает ООО «ИКИЗ» — компания-участник Кластера космических технологий и телекоммуникаций Сколково.

Это информационный сервис для профессиональной работы с обновляемыми в режиме, близком к реальному времени, архивами спутниковых данных и другой геопространственной информацией, для решения широкого круга задач оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов. Сервис ориентирован в основном на специалистов в области сельского и лесного хозяйства. Его задача — обеспечить возможность контроля текущего состояния растительности на интересующем специалиста объекте (сельскохозяйственных полях, участках пастбищ, сенокосов, лесов и т. п.). При этом пользователи сервиса самостоятельно могут задать границы интересующего объекта и анализировать имеющиеся для него данные. Так, например, специалисты в области агрострахования могут использовать получаемую информацию для определения страховой суммы и ущерба от воздействия на посевы неблагоприятных факторов; землевладельцы и землепользователи могут контролировать ход развития культур для принятия необходимых оперативных решений, а специалисты лесного хозяйства и лесопользователи — оперативно оценивать лесные ресурсы, площади изменений в лесах, вызванные пожарами, вырубками, гибелью древостоев.

Сейчас сервис осуществляет постоянный мониторинг около 300 000 объектов.

The VEGA-PRO service was created with support of the Skolkovo Foundation by IKI jointly with the Institute for Space Research of the Earth (IKIZ Ltd.). The VEGA-PRO service is maintained by IKIZ, participating company of Skolkovo's space technologies and telecommunications cluster.

VEGA-PRO is information service for professional operations with in near-real-time updated satellite data archives and other geospatial information to provide solutions for wide range applications focused at assessment and monitoring of renewable biological resources. The service focuses primarily on the experts in the field of agriculture and forestry. Its goal is to provide control of the current state of vegetation at the objects of the expert's interest (agricultural fields, grazing areas, haylands, forests, etc.). And the service users are able to set the ranges of the object of interest themselves and analyze the data pertaining to this very area. For instance, the experts in the agricultural insurance field can use the obtained information to define the insurance coverage and damage caused by the influence of adverse factors on the seeding; the land owners and land users can control the crop development to make the required real-time decisions and forestry experts and forest users can rapidly evaluate forest resources, areas of forest changes caused by fires, clearance, and forest stand loss.

Today this service is performing a constant monitoring of around 300,000 objects.