

# ВАЖНЕЙШИЕ ЗАКОНЧЕННЫЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ В 2012г. И ГОТОВЫЕ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

## **Разработка спутникового web-сервиса мониторинга растительного покрова ВЕГА для проведения фундаментальных исследований биосферы и решения прикладных задач**

Современные спутниковые системы обеспечивают непрерывный сбор данных о состоянии земной поверхности с различным временным и пространственным разрешением. Необходимость эффективного использования получаемых сверхбольших массивов спутниковых данных требует создания автоматизированных технологий их сбора, хранения, первичной обработки и тематического анализа, распространения результатов конечным, в первую очередь научным пользователям. При этом для проведения научных исследований необходимо обеспечить возможность работы с долговременными архивами спутниковых данных и результатами их обработки. Такие технологии позволяют ученым анализировать большие объемы данных с целью исследования динамики различных природных и антропогенных процессов.

В 2011-2012 годах ИКИ РАН создал спутниковый сервис ВЕГА (<http://vega.smislab.ru>), предназначенный для информационной поддержки решения широкого круга научных и прикладных задач мониторинга растительного покрова планеты, в том числе, лесов, тундры, сельскохозяйственных земель и т.д.. Сервис Вега обеспечивает возможность работы с непрерывно пополняющимися архивами спутниковых данных, получаемыми преимущественно из открытых источников, в качестве основных из которых на настоящем этапе выступают системы Terra/Aqua-MODIS и Landsat-TM/ETM+. В дальнейшем предполагается включение в сервис данных перспективных систем NPP, Landsat-8, Sentinel-2, Конопус-В, Метео-М. Сервис Вега обеспечивает возможность работы с однородными рядами спутниковых данных на всей территории России и пограничных стран за период с 2000 года по настоящее время. Автоматизированные технологии предварительной обработки данных MODIS позволяют очищать их от влияния облаков и строить непрерывные временные ряды спектральных вегетационных индексов, тесно коррелирующих с объемом и состоянием зеленой биомассы. Использование указанных данных позволило разработать методы мониторинга растительности, основанные на анализе сезонной и многолетней динамики временных рядов спектральных вегетационных индексов. Созданные методы положены в основу технологий картографирования растительного покрова и оценки повреждений лесов пожарами. Инструменты анализа данных в составе сервиса ВЕГА обеспечивают следующие функциональные возможности:

- Комплексный анализ спутниковых данных различного пространственного разрешения и результатов их обработки, картографических и атрибутивных данных;
- Оценка многолетней динамики спектрального вегетационного индекса для определения причин и времени изменений растительного покрова;
- Возможность описания различных объектов и анализа динамики их состояния;
- Временной и пространственный анализ информационных продуктов, полученных на основе спутниковых данных;
- Построение статистических характеристик и формирование аналитических форм, характеризующих состояние растительности лесов на выбранных участках.

## Контакты:

Лупьян Е.А., д.т.н., e-mail: [evgeny@smis.iki.rssi.ru](mailto:evgeny@smis.iki.rssi.ru)

Барталев С.А., д.т.н., e-mail: [bartalev@smis.iki.rssi.ru](mailto:bartalev@smis.iki.rssi.ru)

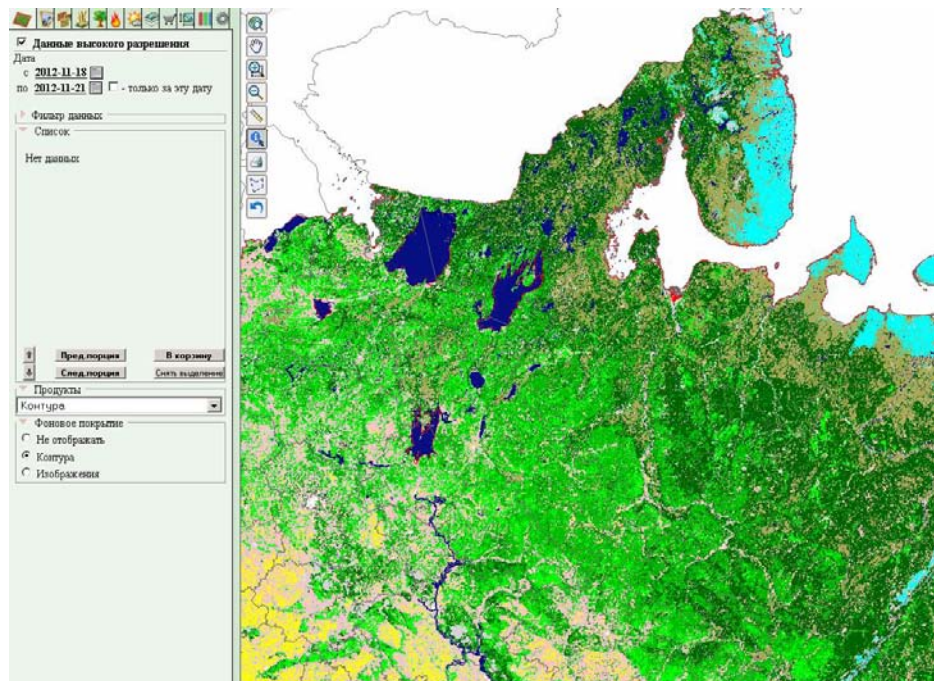


Рис.1 Картографический интерфейс сервиса ВЕГА с изображением карты растительного покрова России

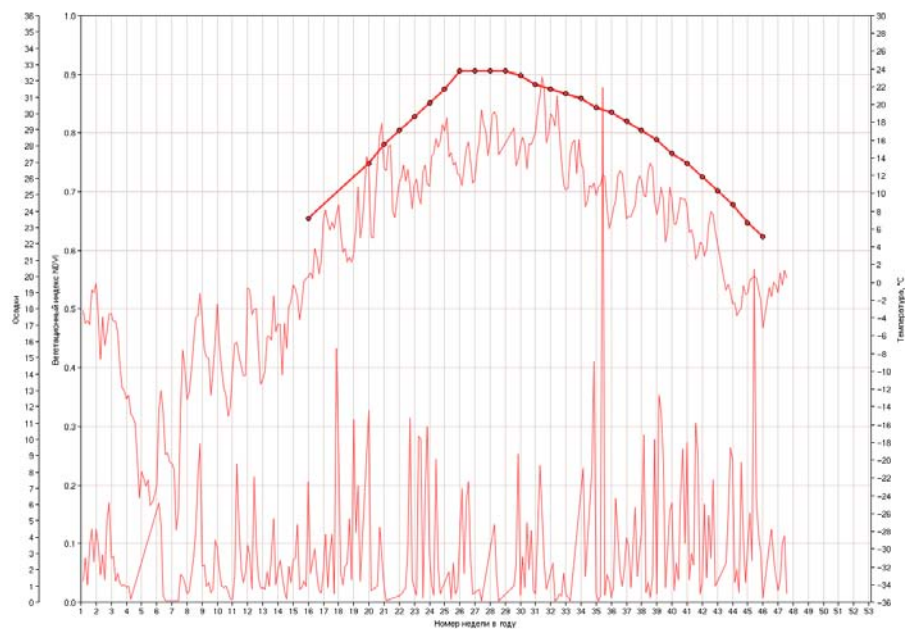


Рис.2 Пример совместного анализа сезонной динамики спектрального вегетационного индекса и метеорологических характеристик в инструментальной среде сервиса ВЕГА

**Публикации**

1. *Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е.* Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности ("Вега") // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 1. С.190-198.
2. *Барталев С.А., Ершов Д.В., Лупян Е.А., Толпин В.А.* Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 1. С.49-56.
3. *Барталев С.А., Егоров В.А., Ершов Д.В., Исаев А.С., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А.* Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 4. С.285-302.
4. *Барталев С.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Стыценок Ф.В., Флитман Е.В.* Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения MODIS и Landsat-TM/ETM+ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 2. С.9-27.
5. *Барталев С.А., Егоров В.А., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А.* Распознавание пахотных земель на основе многолетних спутниковых данных спектрорадиометра MODIS и локально-адаптивной классификации - Компьютерная оптика. Самара. ИСОИ РАН, 2011. Т.35. № 1. С.103-116.

### **Блок определения координат звезд БОКЗ-М60/1000**

В 2012 г. В ИКИ РАН завершена разработка прецизионного оптико-электронного прибора – БОКЗ-М60/1000, предназначенного для определения ориентации космических аппаратов по изображению произвольного участка звездного неба. БОКЗ-М60/1000 выполнен в виде моноблока, устанавливаемого вне гермоотсека снаружи космического аппарата. Прибор состоит из двухкаскадной светозащитной бленды, позволяющей получать изображение участка звездного неба при угле между направлением на Солнце и направлением оси прибора  $30^\circ$ , блока объектива «Астрар-8», модуля видеотракта (МВТ) с фоточувствительным элементом – ПЗС-матрицей «Сфера-1000» с числом элементов  $1024 \times 1024$ , модулем процессора (МП), обеспечивающим управление работой прибора и выполнение необходимых вычислений, модулем вторичного источника питания (МВИП), формирующим необходимые для функционирования прибора напряжения.

Сформированное на ПЗС-матрице изображение произвольного участка звездного неба локализуется, затем определяются энергетические центры объектов и угловые расстояния между объектами. Сравнением угловых расстояний конфигурации полученных изображений звезд с угловыми расстояниями между звездами бортового каталога (хранится в памяти МП) определяется ориентация приборной системы координат БОКЗ-М60/1000 во второй экваториальной. Выходная информация выдается в виде кватерниона ориентации, привязанного к середине времени экспонирования ПЗС-матрицы с погрешностью  $3 \cdot 10^{-5}$  с.

Аппаратными решениями и разработанным специальным алгоритмическим обеспечением прибора удалось получить высокую точность определения ориентации в диапазоне угловых скоростей от 0 до  $65^\circ/\text{с}$  и повысить частоту выдачи информации об ориентации до 4 Гц.

## Технические характеристики прибора БОКЗ-М60/1000

Параметр	Значение
Габариты, мм – с имитатором звездного неба – без имитатора звездного неба	456,0x242,0x217,0 432,0x240,5x217,0
Вес, кг	4,8 ± 0,3
Максимальная потребляемая мощность, Вт	18
Плотность теплового потока через посадочные места, Вт/м <sup>2</sup>	800
Время определения начальной ориентации без априорной информации (режим «НО»), с	8
Погрешность измерения направления оси Z (СКО), угл.сек	0,5 ( $\omega=0$ °/с) 1,3 ( $\omega=0,067$ °/с) 5 ( $\omega=1,5$ °/с) 10 ( $\omega = 5$ °/с)
Период обновления выходной информации, с	0,25
Допустимый угол к Солнцу, град	30
Допустимый угол к Луне, град	7
Время готовности к работе, с	60
Параметры объектива:	
– фокусное расстояние, мм	60
– диаметр входного зрачка, мм	30
– поле зрения, угл.град	16 x 16
Число разрядов АЦП	12
Шаг квантовая, е	20
Ресурс, ч	55000
Срок службы, лет	15
Вероятность безотказной работы	0,93

Прибор БОКЗ-М60/1000 прошел с положительным результатом конструкторско-доводочные испытания, по результатам которых конструкторской документации присвоена литера «О». Изготовлено и поставлено в ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», шесть опытных образцов БОКЗ-М60/1000 для летной эксплуатации.

По техническим характеристикам прибор БОКЗ-М60/1000 соответствует, а по точностным параметрам превосходит зарубежные аналоги. В Российской Федерации аналоги прибора БОКЗ-М60/1000 отсутствуют.

### Разработчики:

1. Г.А. Аванесов, главный конструктор
2. В.Ю. Белов, ведущий конструктор
3. Р.В. Бессонов, зам главного конструктора
4. И.Ю. Катасонов, программист I категории
5. А.А. Крупин, главный специалист
6. М.И. Куделин, главный конструктор проекта
7. В.М. Муравьев, главный конструктор проекта
8. В.С. Трошин, начальник конструкторского отдела

9. А.А. Форш, зам главного конструктора
10. А. Шпомер

**Научно-технические материалы:**

1. БОКЗ-М60/1000. Эскизный проект, т.1,2. 2009
2. Технические условия НРДК.201231.035ТУ
3. Руководство по эксплуатации НРДК.201231.035РЭ
4. Инструкция по входному контролю НРДК.201231.035ИВ