

Особенности формирования баз космических и подспутниковых данных при мониторинге антропогенных воздействий на экосистемы прибрежных акваторий

В.Бондур *, М.Цидилина

Научный центр проблем аэрокосмического мониторинга "Аэрокосмос",
105064, Москва, Гороховский пер.4, Россия - vgbondur@online.ru

Abstract - В настоящей работе представлены основные особенности формирования проблемно-ориентированной базы космических и подспутниковых данных, полученных при проведении комплексного мониторинга антропогенных воздействий на прибрежную акваторию бухты Мамала (о.Оаху, Гавайи). Исходя из задач мониторинга антропогенных воздействий на экосистему прибрежной акватории бухты Мамала, анализа и систематизации исходной информации сформулированы основные требования, предъявляемые к базе данных. Разработана технологическая схема каталогизации и архивации информации и предложена структурная схема базы космических и подспутниковых данных. Особое внимание уделяется возможностям обеспечения оперативного доступа и поиска нужной информации для анализа полученных данных и разработки рекомендаций для принятия решения о тех или иных природоохранных мероприятиях.

Ключевые слова: базы данных, экологических мониторинг, загрязнение морей и океанов, дистанционное зондирование.

1. ВВЕДЕНИЕ

Важной сферой применения методов дистанционного зондирования является мониторинг антропогенных воздействий на прибрежные акватории [Бондур 1995, 2004; Савин, Бондур, 2000]. При проведении такого мониторинга одновременно с космической съемкой должны проводиться подспутниковые измерения гидрофизических и биологических параметров водной среды с помощью датчиков, установленных на стационарных буйковых платформах и кораблях. Такой подход был осуществлен при мониторинге антропогенных воздействий на прибрежную акваторию бухты Мамала (о. Оаху, Гавайи) [Bondur, 2005]. В результате проведения комплексного мониторинга в течении 2002-2004г.г. накоплены большие массивы исходной космической и подспутниковой информации, а также данных, полученных в результате предварительной и тематической обработки [Bondur, 2005]. Это привело к необходимости организации специальной проблемно-ориентированной базы данных, позволяющей осуществлять не только долговременное хранение и быстрый поиск информации, но и ее последующую обработку, создание тематических ГИС анализ полученных результатов, а также разработку предложений по обеспечению природоохранных мероприятий.

В настоящей работе сформулированы основные требования, предъявляемые к базе данных, ее технологическая и структурная схемы и принципы

формирования с использованием результатов комплексного мониторинга.

2. ЗАДАЧИ МОНИТОРИНГА И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БАЗЕ ДАННЫХ

При проведении космического мониторинга антропогенных воздействий на прибрежные акватории должны решаться следующие задачи [Бондур, 2005]:

- исследование возможностей дистанционной индикации из космоса явлений, связанных с глубинными стоками в прибрежные акватории, по их проявлениям на поверхности и в приповерхностном слое океана;
- получение экспериментальных данных по параметрам морской среды, путем сочетания космических и подспутниковых измерений, для создания гидрофизических моделей явлений и моделей антропогенных воздействий на экосистемы прибрежных вод;

- комплексный анализ состояния исследуемой акватории;
- прогнозирование ситуаций, определяемых совокупностью гидрологических и метеорологических факторов, при которых возможно распространение области стока в рекреационную зону побережья;
- выработка рекомендаций по природоохранным мероприятиям.

Исходя из перечисленных задач, могут быть сформулированы следующие общесистемные требования к базе данных:

- возможность долговременного хранения больших объемов исходных космических изображений, массивов экспериментальных подспутниковых данных и результатов их обработки;
- возможность хранения картографической и различной вспомогательной информации;
- возможность распределения данных в базе таким образом, чтобы исключить дублирование информации;
- обеспечение возможности комплексной обработки и совместного анализа разнородных данных;
- открытость базы данных для функционального расширения и пополняемости новой информацией;
- осуществление доступа к информации с учетом пользователей разного класса.

3. ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ КОСМИЧЕСКИХ И ПОДСПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

На рис.1 и рис.2 представлены технологическая схема каталогизации и архивации информации и структурная схема формирования проблемно-ориентированной базы космических и подспутниковых данных при мониторинге прибрежных акваторий.

Во время проведения экспериментов в акватории бухты Мамала в период с 2002 по 2004г.г. были получено большое количество космических изображений со

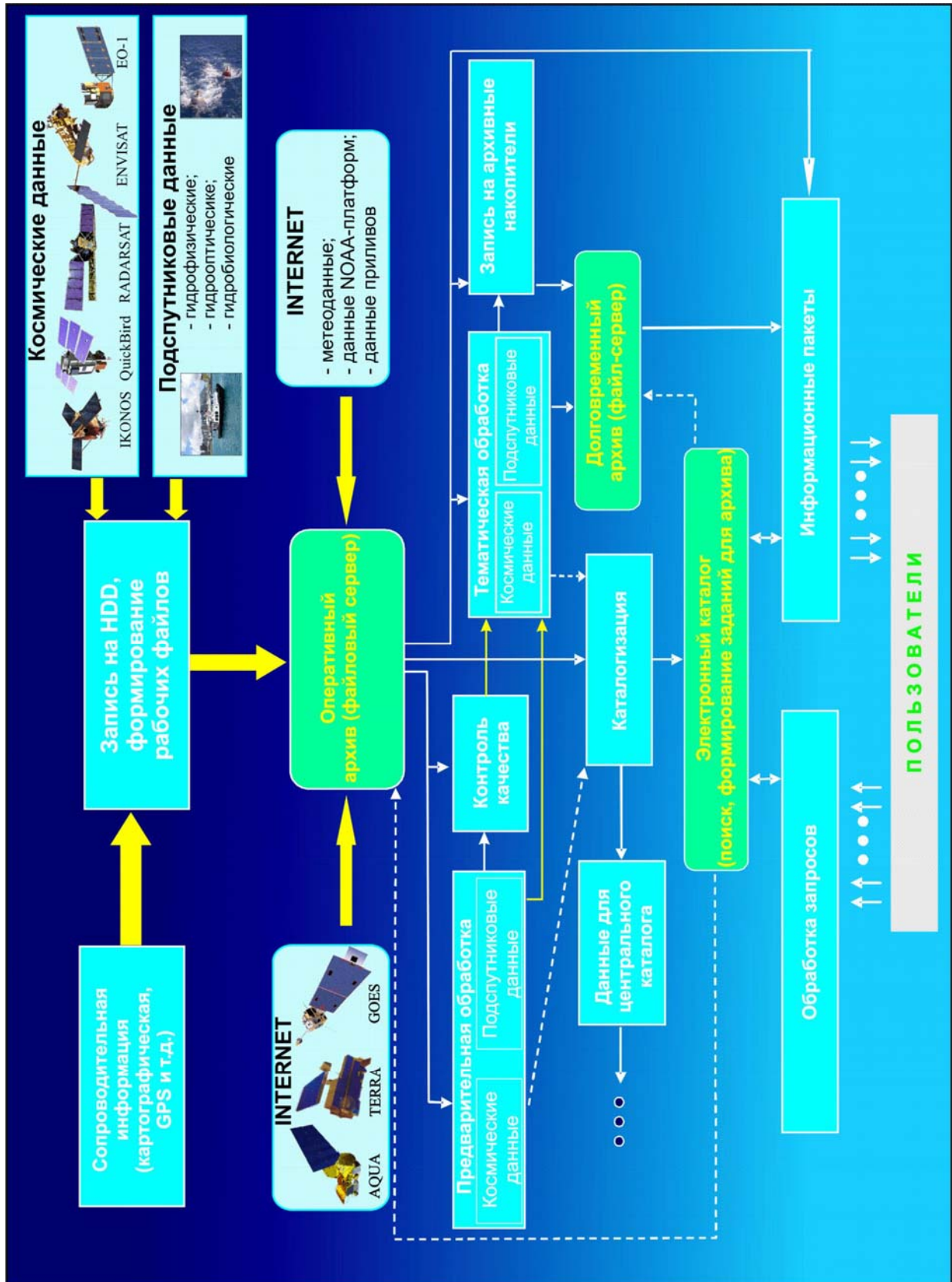


Рис. 1. Технологическая схема каталогизации и архивации информации при формировании проблемно-ориентированной базисателлитных и подспутниковых данных



Рис.2. Структурная схема формирования проблемно-ориентированной базы космических и подспутниковых данных

спутников QuickBird, IKONOS, RADARSAT, ENVISAT, EO-1, TERRA, AQUA и др. Объем полученных данных составил более 150 Гб.

Дистанционная аппаратура этих спутников регистрирует пространственную структуру поверхностного волнения, температуру поверхности океана, гидрооптические неоднородности верхнего слоя океана и другие параметры. Для верификации данных, полученных при мониторинге космическими средствами, проводился сбор подспутниковых данных, включающих характеристики ветрового режима, определенного на наземных станциях и в акватории (с борта судов), параметры поверхностного волнения (волновые буи), поля течений (датчики ADP, дрейфтеры), поля температуры (термокосы), глубинные изменчивости температуры и солености (датчики CTD и XBT), микроструктурные данные (MSS, TOMI), определение гидрооптических (диски Секки, AC-9) и гидробиологических (батометры Нискина) характеристик, а также приливного режима.

Полученные исходные космические и подспутниковые данные записывались в оперативный архив (файловый сервер). Кроме того, в этот оперативный архив поступала также вспомогательная информация (различные карты, метеоданные, GPS-данные и т.д.). Затем проводилась предварительная обработка полученных данных.

При выполнении предварительной обработки радиолокационных изображений, полученных с борта космических аппаратов RADARSAT и ENVISAT в акватории бухты Мамала, применялись специальные процедуры с целью повышения их качества. Это осуществлялось путем подавления шумов и усиления контрастов для выделения аномалий сигналов обратного рассеяния от взволнованной поверхности океана. Улучшенные радиолокационные изображения передавались в базу данных. В процессе предварительной обработки оценивалось качество изображений и их пригодность для дальнейшей тематической обработки и анализа.

По результатам предварительной обработки оптических изображений в базу данных поступали восстановленные и улучшенные изображения акватории бухты Мамала и результаты дешифрирования с выделением полупрозрачной и непрозрачной облачности, теней от облаков, суши, кораблей и их следов, незакрытой облаками поверхности океана.

В результате тематической обработки оптических и радиолокационных космических изображений выделялись зоны распространения загрязнений водной среды, проводилась дистанционная оценка полей скоростей и направлений ветра, а также картирование полей температуры и некоторых биологических компонент [Bondur, 2004, 2005].

Систематизация и анализ качества полученных подспутниковых данных осуществлялся за все дни проведения мониторинга. Для валидации результатов космических съемок было проведено большое количество подспутниковых измерений. По результатам этих измерений была получена информация объемом ~25 Гб. В процессе предварительной обработки проводилась оценка качества данных, необходимая для выявления данных, непригодных для дальнейшей обработки, строились графики, диаграммы, спектры, формировались массивы исходных данных, которые передавались в базу и для дальнейшей тематической обработки.

По результатам измерений "in situ", проведенных с помощью стационарных буйковых станций, погружаемых и буксируемых судовых датчиков, вычислялись пространственно - временные, статистические, спектральные характеристики различных гидрофизических, гидробиологических и гидрооптических параметров морской среды, в том числе такие как: параметры ветрового режима в различных точках акватории и на наземных станциях; спектры волнения, измеренные с помощью волнографов; трехмерные компоненты векторов скоростей течений в акватории бухты Мамала; спектры различных компонент скоростей течений; изменчивость полей температуры в акватории бухты Мамала; спектры флуктуаций полей температуры; характеристики внутренних волн в исследуемой акватории; связь приливо-отливных явлений с изменениями температуры; связь приливо-отливных явлений с внутриволновыми колебаниями; параметры, получаемые при MSS-измерениях (вертикальных и горизонтальных); прозрачность морской воды по результатам измерений с помощью диска Секки; данные, получаемые при гидробиологических измерениях; пробы грунта [Bondur, 2005; Bondur, Filatov, 2003].

На основании анализа и систематизации полученной информации формировалась проблемно-ориентированная база данных, включающая как исходную информацию, так и результаты тематической обработки космических изображений и подспутниковых данных.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформированная база данных обеспечивает возможность комплексного анализа состояния исследуемой прибрежной акватории, который включает в себя:

- совместный анализ ветрового режима по космическим и подспутниковым данным;
- сравнительный анализ спектров волнений, полученных в результате обработки панхроматических космических изображений высокого пространственного разрешения и измеренных с помощью волнографов;
- комплексный анализ аномалий, выделенных на оптических изображениях, полученных со спутников IKONOS и QuickBird и гидрофизических и гидробиологических данных (полей скоростей течений, гидрооптических характеристик, гидробиологических параметров);
- анализ параметров внутренних волн, оцененных различными методами;
- анализ результатов обработки гиперспектральных и многоспектральных изображений и результатов, полученных при измерениях "in situ" (гидрооптических и гидробиологических параметров);
- сравнительный анализ результатов обработки радиолокационных изображений, полученных со спутников RADARSAT и ENVISAT, а также изображений, полученных аппаратурой MODIS (спутники TERRA и AQUA);
- комплексный анализ результатов обработки радиолокационных изображений, полученных со спутника RADARSAT и ENVISAT, оптических изображений, полученных со спутника IKONOS и QuickBird и изображений, полученных аппаратурой

MODIS (спутники TERRA и AQUA) с привлечением результатов подспутниковых измерений;
- сопоставление результатов измерений поля температуры поверхности океана по данным "контактных" и дистанционных измерений;
- сравнительный анализ гидробиологических данных и результатов обработки изображений, полученных аппаратурой MODIS (спутники TERRA, AQUA).
Кроме того, проблемно-ориентированная база космических и подспутниковых данных позволяет создавать тематические ГИС, а также выработать рекомендации для природоохранных мероприятий рекреационной зоны о.Оаху (Гавайи).

ЛИТЕРАТУРА

Бондур В.Г. Комплексный космический мониторинг антропогенных воздействий на природную среду. В настоящих материалах, 2005 г.

Бондур В.Г. Аэрокосмические методы в современной океанологии // Новые идеи в океанологии. Том 1, Москва, Наука, 2004, с.с. 55-117

Бондур В.Г. Принципы построения космической системы мониторинга Земли в экологических и природно-ресурсных целях // Изв. вузов. Сер. Геодезия и аэрофотосъемка. 1995. № 1-2. С.14-38.

Бондур В.Г., Лонский И.И., Остапенко Е.А. Модель видеобазы для обеспечения экологического мониторинга.- Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1993 №1-2, с. 139-151.

Bondur V.G, Filatov N.N. Study of physical processes in coastal zone for detecting anthropogenic impact by means of remote sensing. Proceeding of the 7 Workshop on Physical processes in natural waters, 2-5 July 2003, Petrozavodsk, Russia, зюзю 98-103.

Савин А.И., Бондур В.Г. Научные основы создания и диверсификации глобальных аэрокосмических систем. // Оптика атмосферы, № 1, 2000, с.28-33.