

## КОМПЛЕКСНЫЙ ОПЕРАТИВНЫЙ СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ЧЕРНОГО МОРЯ

*С.В. Бородин, Е.П. Давыдова, Е.И. Калинин,  
В.В. Пустовойтенко, С.В. Стапичный*

Морской гидрофизический институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: v2pust@mail.ru

*На протяжении последних 20-25 лет в МГИ НАН Украины развивается оперативная система комплексного мониторинга морских акваторий, неотъемлемой частью которой является океанологический сайт (морской портал), обеспечивающий потенциальным потребителям непосредственный доступ к диагностическим, прогнозическим и архивным данным. Кратко рассмотрены особенности системы мониторинга.*

**Введение.** 50 лет назад был запущен первый искусственный спутник Земли (ИСЗ). С этого времени началось использование космических технологий при изучении Земли и Мирового океана: в 1959 г. была получена первая космическая фотография Земли (ИСЗ «Explorer-6», США); в 1960 г. в США запущен ИСЗ «TIROS-1»<sup>1</sup>; в 1962 г. в СССР запущен ИСЗ «Космос-122» (первый ИСЗ метеорологической системы «Метеор»); в 1968 г. запущен космический аппарат (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Космос-243», оснащенный радиофизическим зондирующим комплексом; в 1970 г. США запустили ИСЗ «TIROS-M (ITOS<sup>2</sup>-1)», (образ метеорологических ИСЗ «NOAA»); в 1972 г. США приступили к реализации национальной программы ДЗЗ, запустив ИСЗ «Landsat-1 (ERTS<sup>3</sup>-1)»; в 1978 г. был запущен океанографический КА «Seasat», ставший прообразом будущих радиолокационных (РЛ-) КА ДЗЗ; в 1979 г. запущен первый отечественный океанографический КА «Космос-1076», а в 1983 г. – первый отечественный РЛ-океанографический КА «Космос-1500»; в 1985 г. было принято решение о принятии в опытную эксплуатацию оперативной океанографической космической системы (КС) «Океан» и т.д.

<sup>1</sup> TIROS – Television Infrared Observation Satellite – спутник телевизионного инфракрасного наблюдения Земли.

<sup>2</sup> ITOS – Improved Tiros Operational Satellite.

<sup>3</sup> Earth Resources Technology Satellite.

Комплексный оперативный спутниковый мониторинг Черного и Азовского морей. Появление в 70-х годах спутниковых систем наблюдения и их внедрение в область морских наук и технологий подняло гидрофизику (океанологию, океанографию) на качественно новый уровень: стало возможным рассматривать акватории морей и океанов как единое целое и перейти от изучения отдельных фрагментов процессов и явлений, протекающих в морях и океанах, к анализу их целостных образов. Естественно, при этом речь не шла и не идет о замене спутниковой информацией данных, получаемых в океанологии традиционными методами. Речь идет об их разумном сочетании, хотя, в ряде случаев, спутниковые системы ДЗЗ и могут быть единственным источником океанологической информации.

В Украине целенаправленные работы в области спутниковой океанологии начаты в 70-х годах после выхода нами решения о создании КС «Ресурс» и ее океанографической подсистемы «Океан». МГИ НАН Украины (в те годы – МГИ АН УССР) принимал широкое участие в этих работах: разрабатывал методологию применения космических средств ДЗЗ в приложении к морским исследованиям; создавал комплексы аппаратуры ДЗЗ отечественных океанографических КА; разрабатывал методологию построения наземного сектора океанографической КС и методологию и средства подспутникового обеспечения ее эксплуатации и т.д.

Использование космических технологий получения информации при изучении Мирового океана обеспечивает возможность создания систем непрерывного контроля состояния морских акваторий примерно такого же типа, как метеорологические системы диагноза и прогноза погоды. Междисциплинарный диагноз состояния морских акваторий в реальном масштабе времени и среднесрочный прогноз его эволюции являются предметом нового, бурно развивающегося в последние годы, направления физической океанографии – оперативной океанографии [1]. На современном этапе развития отечественной спутниковой океанологии МГИ НАН Украины сосредоточил свои усилия на разработке методов и средств комплексной обработки, анализа, усвоения и представления (распространения) спутниковой океанологической информации. Это весьма

важно, поскольку, как справедливо отмечено авторами [2], в настоящее время в Украине эффективность использования космической информации оставляет желать лучшего. Впрочем, подобное же положение характерно и для России [3].

**Комплекс аппаратно-программных средств приема, обработки и распространения спутниковой информации МГИ НАН Украины.** Комплекс аппаратно-программных средств приема, обработки и распространения спутниковой информации существует в МГИ НАН Украины с конца 70-х годов. В настоящее время он обеспечивает прием разнообразной спутниковой и гидрометеорологической информации, свободно распространяемой по радиоканалам и в сети Интернет, включая непосредственный прием спутниковых снимков морских акваторий, передаваемых с борта КА NOAA в формате HRPT в цифровом виде в частотном диапазоне 1.7 ГГц [4]. Без преувеличения можно сказать, что он является одним из самых совершенных комплексов приема и обработки спутниковой информации в Украине. Комплекс обеспечивает:

- круглосуточный прием данных с низкоорбитальных метеорологических КА серии NOAA, передаваемых в режиме непосредственной передачи в формате HRPT;
- прием данных с геостационарного метеорологического КА «Meteosat», выставляемых на сайтах NASA и NOAA;
- прием спутниковых альтиметрических и скаттерометрических данных, выставляемых на сайтах NASA и NOAA;
- прием сопутствующей диагностической и прогностической гидрометеорологической информации, распространяемой по сети Интернет;
- предварительную и тематическую обработку принимаемой информации, включая восстановление численных значений основных океанологических параметров: температура морской поверхности, скорость течений, высота и направление морских волн и т.д.

При обработке информации используются программы, реализующие как «стандартные» (рекомендованные NASA), так и оригинальные (разработанные в МГИ НАН Украины) методики (см., например [5, 6]) обработки спутниковой информации. Результаты представляются в виде тематических карт. Одна из таких карт – карта температуры поверхности Черного и Азовского морей – в качестве примера показана на рисунке 1. (источник

данных – сканер AVHRR КА NOAA-17, дата съемки 23 июня 2007 г.)

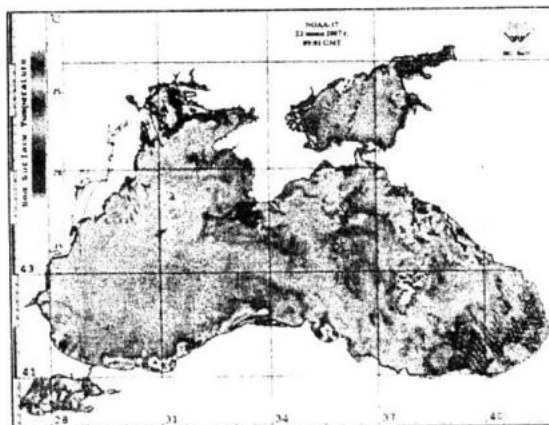


Рисунок 1 – Карта температуры поверхности Черного и Азовского морей

Программные изделия, реализующие методику обработки спутниковых снимков, получаемых с помощью сканера AVHRR (КА NOAA), переданы для опытной эксплуатации в Национальный центр управления и испытаний космических средств (НЦУИКС).

Необходимо отметить, что данные ДЗЗ, вообще говоря, разнородны и имеют различное пространственное и временное разрешение. Характеризуют они, в основном, только поверхностный слой моря, в то время как для океанологии важно знание трехмерной структуры гидрологических полей. Устранение этого недостатка возможно на основе усвоения спутниковой информации численными моделями циркуляции вод морей и океанов (см., например [7]).

Использование гидродинамических моделей в системе мониторинга морских акваторий позволяет не только получать трехмерную структуру гидрологических полей, но и, что весьма важно, дает возможность прогнозирования состояния морской среды. В свою очередь, усвоение данных ДЗЗ гидродинамическими моделями позволяет повысить точность их работы и, следовательно, улучшить достоверность прогноза.

**WEB-сайт (морской портал).** Для обеспечения потенциальным потребителям доступа к данным ДЗЗ в системе оперативного мониторинга акватории Черного моря усилиями специалистов МГИ НАН Украины при поддержке НКАУ создан и работает в режиме опытной эксплуатации специальный сайт (морской портал), на котором выставляются результаты тематической обработки текущей спутниковой информации (диаг-

ноз) и результаты прогнозирования эволюции основных гидродинамических полей. Электронный адрес сайта «dvs.net.ua/np».

Детальное рассмотрение работы сайта является предметом самостоятельной публикации, поэтому здесь ограничимся лишь краткой информацией о нем.

В качестве примера на рисунке 2 приведено изображение главной страницы сайта.

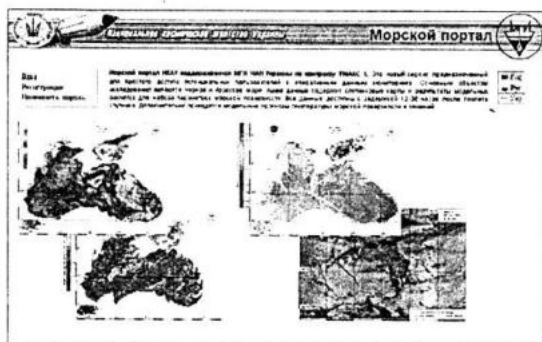


Рисунок 2 – Главная страница морского портала НКАУ

Интерфейс сайта рассчитан на пользователей, владеющих украинским, русским или английским языками. Выбор рабочего языка определяется самим пользователем.

На сайте размещены архивные, текущие и прогностические данные по основным гидрологическим полям Черного моря.

Материалы распространяются на бесплатной основе. Однако доступ к ним возможен после регистрации, целью которой является изучение круга потребителей информации, анализ количества обращений и определение других статистических данных.

Наиболее близким по тематической направленности является, пожалуй, созданный в России сайт Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) [8].

**Заключение.** Рассмотрена действующая в МГИ НАН Украины оперативная система комплексного мониторинга акватории Черного и Азовского морей. Создан и поддерживается в режиме опытной эксплуатации океанологический сайт (морской портал), обеспечивающий заинтересованным потребителям возможность оперативного использования архивной, текущей и прогностической океанологической информации по акватории Черного моря. В настоящее время сайт аналогов в Украине не имеет.

*Работа выполнена при поддержке НКАУ – проект УМАКС.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г.К. Коротаев, В.Н. Еремеев. Введение в оперативную океанографию. – Севастополь. – ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2006. – 382 с.

2. В. И. Волошин, В. И. Драновский, Е. И. Бушуев. Состояние, перспективы и проблемы рынка услуг дистанционного зондирования Земли из космоса. [Электронный документ] <http://space.com.ua/nsau/newsnsau/PublicationR/A0468E97CA4B2448C2256C2B004D341A?OpenDocument&Lang=U>

3. В.В. Путин. Вступительное слово на заседании президиума Государственного совета «О развитии ракетно-космической промышленности и повышении эффективности использования результатов космической деятельности в России» 29 марта 2007 года Калуга. [Электронный документ] [http://www.kremlin.ru/appears/2007/03/29/1904\\_type63378\\_121103.shtml](http://www.kremlin.ru/appears/2007/03/29/1904_type63378_121103.shtml)

4. Г.К. Коротаев, В.В. Пустовойтенко, Л.Н. Радайкина. Информационные ресурсы космического экологического мониторинга морских акваторий. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2004, вып.11 – С. 198–212.

5. В.С. Суетин, В.В. Суслин, А.А. Кучерявый и др. Особенности интерпретации данных дистанционных оптических наблюдений Черного моря с помощью прибора SeaWiFS// Морской гидрофизический журнал. – 2001, №2. – С. 71–80.

6. Ю.Б. Ратнер, Е.В. Плотников. Сопоставление температуры поверхности Черного моря, полученной по данным NOAA, с измерениями дрейфтеров в 2005-2006 годах. // Системы контроля окружающей среды. – 2007. Настоящий сборник.

7. Г.К. Коротаев, В.Л. Дорофеев, Т.Ю. Смирнова. Точность диагноза поверхностных течений в системе спутникового мониторинга Черного моря. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2004, вып. 11 – С. 75–91.

8. Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). <http://data.oceaninfo.ru/index.jsp>.