

УДК 551.507.362+551.465.62

Возможности автоматизированной реляционной геодисциплинарной оперативной системы (АРГОС) при работе со спутниковой информацией

С. А. Лебедев*

Излагаются общие принципы построения, структуры и основные особенности версии автоматизированной реляционной геодисциплинарной оперативной системы (АРГОС), предназначенной для анализа и интерпретации данных спутниковой альтиметрии. Приводятся результаты обработки данных спутника GEOSAT для Ньюфаундлендской энергоактивной зоны.

Эффективное усвоение и использование информации о состоянии Мирового океана, объем которой с каждым годом увеличивается особенно за счет данных со спутников, возможно только на основе автоматизированных систем, позволяющих в интерактивном режиме решать задачи быстрого выбора объекта исследования, поиска и отбора необходимых данных; экспресс-анализ и решения широкого круга содержательных задач (статистический анализ, диагностические и прогностические задачи, задача оптимизации и т.п.).

Автоматизированная реляционная геодисциплинарная оперативная система (АРГОС), как показал опыт работы последних лет [1—3, 5], не только отвечает этим требованиям, но и к настоящему времени имеет мощную моделирующую сеть, позволяющую решать широкий класс задач, включая моделирование антропогенного загрязнения морской среды [4, 8]. До настоящего времени система АРГОС работала лишь с информацией, полученной традиционными методами исследования океана (НИС, береговые станции и т.д.). Однако для решения целого ряда задач необходимо привлечение принципиально новых средств и методов наблюдений, наиболее перспективным из которых является дистанционное зондирование океана с борта космических аппаратов [6, 7, 13].

Таким образом возникла необходимость расширения системы АРГОС для работы с данными, полученными с борта ИСЗ, проведения предварительной обработки и подготовки этих данных для моделирующей сети с сохранением структуры функциональных блоков, всех возможностей и преимуществ системы. Решение этой задачи стало возможным с получением Геофизическим центром РАН массива данных альтиметрических измерений со спутника GEOSAT [9—12], которые доступны для широкого круга заинтересованных лиц.

Особенностью данных эксперимента GEOSAT является то, что они представлены на оптических дисках CD ROM в бинарном формате и занимают значительный объем (примерно 80 Гбайт).

Отбор необходимых данных осуществляется блоком поиска и отбора информации по сформированным пользователем критериям поиска. Про-

* Институт геохимии и аналитической химии РАН.

стейший критерий поиска представляет собой логическую конструкцию, построенную на основе одного поискового атрибута. Например, отобразить все записи с фиксированным значением атрибута $a = a_1$ или в диапазоне $a_1 < a < a_2$. Далее пользователю предоставляется возможность создать более сложные логические конструкции путем соединения простейших критериев поиска логическими операторами OR, AND, NOT.

Кроме этого предлагается еще дополнительно четыре виртуальных атрибута поиска: *район, дата и время, сезон и цикл*. Для атрибута *район* предоставляется возможность сделать выбор объекта исследования на реальной географической карте с точностью до 0.1", при этом система сама соединяет простейшие критерии поиска по координатам логическими операторами и тем самым упрощает работу. В связи с тем, что в базах данных время задано в секундах от начала 1985 года, для удобства виртуальный параметр *дата и время* позволяет задавать время измерения в привычных терминах: число, месяц, год, час, минута и секунда. Атрибут *сезон* предназначен для отбора за определенный сезонный отрезок времени по всей базе. Наличие виртуального атрибута *цикл* дает возможность выбора цикла, т.е. временного интервала (для изомаршрутной программы его длительность составляет 17.5 суток), не обращаясь к справочной литературе.

Перед началом поиска в силу того, что база данных представляет собой ряд инвертированных по времени (геодезическая и изомаршрутная программы) или по пространству (база точек пересечения) файлов прямого доступа, записанных на нескольких носителях, система на основании выбранного критерия поиска, основываясь только на способе инвертации файлов, составляет так называемую карту поиска, которая представляет собой последовательность номера диска и названия файлов, информация из которых в первом приближении может удовлетворять данному критерию поиска. Это значительно увеличивает скорость поиска и отбора. Использование в качестве служебной информации номера диска позволяет избежать трудностей в процессе работы, так как система автоматически запрашивает необходимый для чтения диск.

Следует отметить, что в процессе поиска и отбора система оперирует только с номером диска, именем файла и номерами записей, вследствие чего объемы служебных файлов с результатами отбора незначительны. Причем информация в указанных файлах сохраняется при выходе из системы. Важной особенностью АРГОС является возможность многоступенчатого отбора данных, когда поиск необходимой информации проводится с учетом результатов предыдущего отбора.

После отбора данных система позволяет скопировать отобранную информацию либо в символьном виде в файл, либо в двоичном коде в базу. При этом предусмотрена возможность выбора из базы необходимых для дальнейшей работы параметры, а при записи в двоичном коде выбрать бинарный формат дистрибутива или провести перекодировку данных. Система позволяет одновременный отбор и копирование информации в базу пользователя, которая сохраняет инвертированную структуру исходного дистрибутива.

Для базы пользователя и базы, созданных в процессе работы системы АРГОС, при условии сохранения бинарного формата и числа параметров

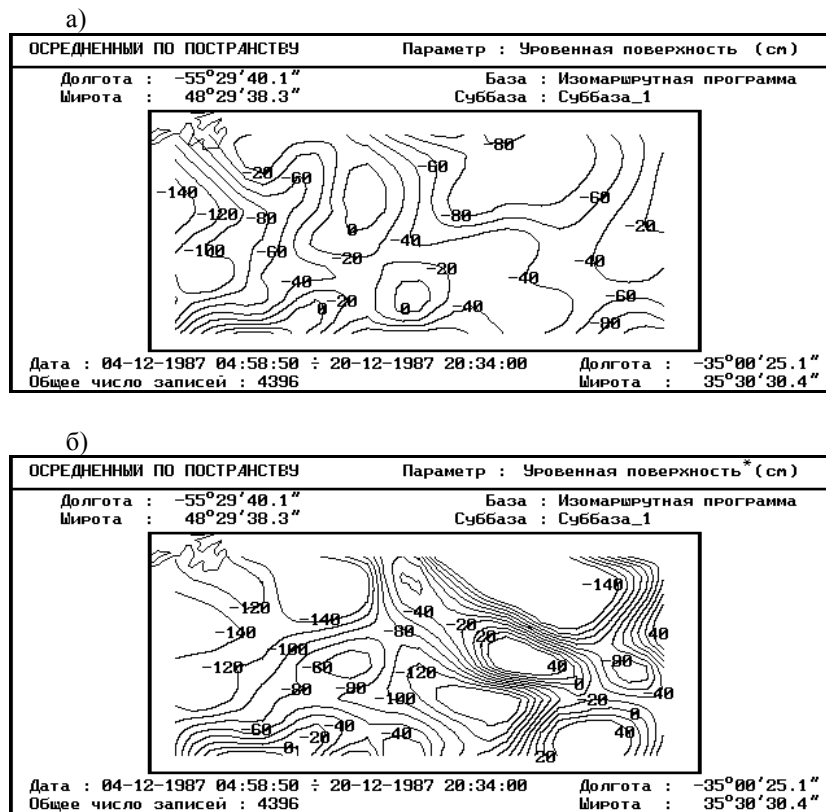


Рис. 1. Осредненный по сетке $1^{\circ}30' \times 1^{\circ}30'$ поля уровенной поверхности с учетом приливных и атмосферных поправок (а) и с учетом коррекции данных после удаления орбитальной ошибки (б).

дистрибутива, поиск, отбор и анализ информации производится так же как и при работе с дистрибутивом.

После отбора, не выходя из блока поиска и отбора информации, система дает возможность просмотра численных значений параметров для каждой записи, а для геодезической и изомаршрутной программ — ряд измерений уровня за односекундный интервал.

Блок экспресс-анализа и первоначальной обработки данных позволяет разбить отобранную информацию на треки с определением их типа (восходящий или нисходящий) и просмотреть их положение в пространстве, а также изменение поверхностей, связанных с задачей спутниковой альтиметрии (поверхность океана и высота геоида относительно отсчетного эллипсоида), вдоль трека или на его части. При этом для уровенной поверхности, представляющей собой отклонение поверхности океана относительно геоида, предусмотрена возможность проведения коррекции с учетом различных поправок, вызванных влиянием атмосферы и ионосферы на время задержки прихода сигнала на борт ИСЗ и учитывающих

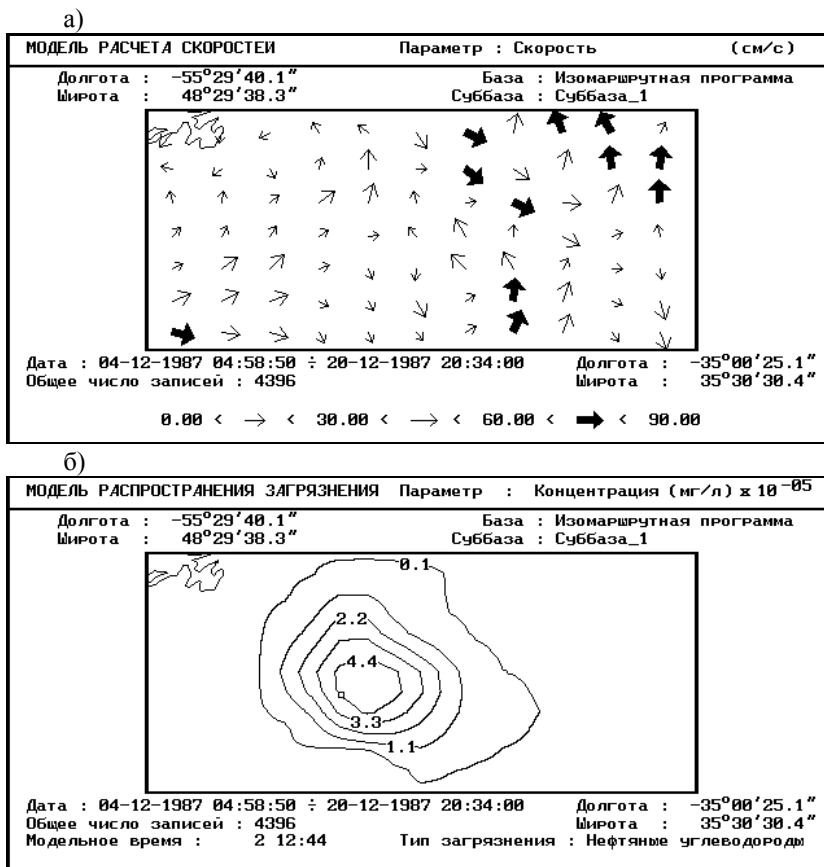


Рис. 2. Поле поверхностных течений (а), рассчитанное по уровенной поверхности с учетом приливных и атмосферных поправок и орбитальной ошибки (см. Рис. 1б) на основе альтиметрических данных GEOSAT для акватории Ньюфаундлендской энергоактивной зоны, и распределение загрязняющего вещества по поверхности моря (б) для случая аварийного разлива нефтепродуктов, полученное в результате расчетов по модели распространения и усвоения антропогенной примеси. Квадратом показано положение условного источника сброса.

приливные эффекты (все они записаны в дистрибутиве), а после расчета орбитальной ошибки — ее учет.

Данная функциональная возможность системы позволяет проводить анализ динамической структуры небольших акваторий Мирового океана или замкнутых водоемов, например Каспийское море, для которых характерна недостаточная обеспеченность данными спутниковой альтиметрии (акваторию пересекает только один трек из каждого цикла изомаршрутной программы)

Для анализа пространственной структуры изучаемого параметра производится осреднение данных по выбранной сетке в ее узлы или центры ячеек сетки с последующей визуализацией полученного поля в виде областей или изолиний с возможностью проведения коррекции величины

уровенной поверхности с учетом поправок, о которых говорилось выше, (Рис. 1а), а также с учетом орбитальной ошибки (Рис. 1б).

Поскольку градиент уровенной поверхности определяет скорость поверхностного течения, блок подготовки данных для моделирующей сети формирует на основе интерполяции и (или) экстраполяции исходных данных об отклонении уровня в узлы регулярной сетки для последующих расчетов полей поверхностных скоростей (Рис. 2а). Например, на их основе для акватории Ньюфаундлендской энергоактивной зоны по модели распространения и усвоения антропогенной примеси [4] проводились расчеты загрязнения морской среды в случае аварийного разлива нефтяных углеводородов (Рис. 2б). При условии поступления данных спутниковой альтиметрии в режиме реального времени эта модель может стать основой системы экологического мониторинга морской среды.

Таким образом, тестирование системы для Ньюфаундлендской энергоактивной зоны показало, что уже сейчас АРГОС дает возможность активно работать со спутниковой информацией GEOSAT, сохраняя все те основные преимущества что и при работе с данными, полученными традиционными методами и позволяет наращивать новые возможности по анализу данных спутниковой альтиметрии и моделированию различных геофизических процессов.

Литература

1. Ефремов С. А., Кабанов М. И., Кеонджян В. П., Стефанцев Л. А. К вопросу об автоматизации обработки и интерпретации результатов океанографических исследований. — Метеорология и гидрология, 1988, № 9, с. 129—135.
2. Ефремов С. А., Кеонджян В. П., Шмельков Б. С. Выделение особенностей пространственной структуры фронтальной зоны Гольфстрима на Ньюфаундлендском полигоне с использованием автоматизированной реляционной геофизической оперативной системы (АРГОС). /Итоги науки и техники. Серия: Атмосфера, океан, космос — Программа «Разрезы», т. 8 Исследование роли энергоактивных зон океана в короткопериодных колебаниях климата. Под ред. Г.И. Марчука. — М.: ВИНТИ, 1987, с. 386—401.
3. Кабанов М. И., Кеонджян В. П., Стефанцев Л. А. Автоматизированная реляционная геофизическая оперативная система АРГОС. (основные принципы и реализация). /Итоги науки и техники. Серия: Атмосфера, океан, космос — Программа «Разрезы», т. 8 Исследование роли энергоактивных зон океана в короткопериодных колебаниях климата. Под ред. Г.И. Марчука. — М.: ВИНТИ, 1987, с. 407—414.
4. Кеонджян В. П., Кабанов М. И., Лебедев С. А., Леоненко О. И., Шмельков Б. С. Структура и возможности автоматизированной системы «Региональный экологический мониторинг морской среды». — Геохимия, 1993, № 5, с. 760—767.
5. Математические и системные средства обработки и моделирования океанологических полей. /Под ред. В.П. Кеонджяна. — Труды ГОИН, 1988, вып. 191. — 140 с.
6. Нелепо Б. А., Коротаев Г. К., Суетин В. С., Терехин Ю. В. Исследования океана из космоса. — Киев: Наук. думка, 1985. — 168 с.
7. Нелепо Б. А., Терехин Ю. В., Коснырев В. К., Хмыров Б. Е. Спутниковая гидрофизика. — М.: Наука, 1983. — 254 с.
8. Практическая экология морских регионов. Черное море. /Под ред. В.П. Кеонджяна, А.М. Кудина, Ю.В. Терехина. — Киев: Наук. думка, 1990. — 252 с.

9. Born G. H., Mitchell J. L. and Heyler G. A. GEOSAT ERM-mission design. — *J. Astron. Sci.*, 1987, № 35, p. 119—134.
10. Cheney R. E., Douglas B. C., Agreen R. W., Miller L., Porter D. L. and Doyle N. S. GEOSAT altimeter geophysical data record — User handbook, NOAA Tech. Memo. NOS NGS 46, 1987, Natl. Ocean Serv., Natl. Geod. Surv., Rockville, MD.
11. Cheney R. E., Doyle N. S., Douglas B. C., Agreen R. W., Miller L., Timmerman E. L. and McAdoo D. C. The complete GEOSAT altimeter GDR handbook. — NOAA Manual NOS NGS 7, 1991, National Ocean Service, Rockville, MD.
12. Cheney R. E., Douglas B. C. and Agreen R. W. GEOSAT altimeter crossover difference handbook. — NOAA Manual NOS NGS 6, 1991, Rockville, MD.
13. Opportunities and problems in satellite measurements of the sea. — UNESCO Technical Papers in Marine Science, № 40, UNESCO 1986,

Поступила
6 IX 1995