

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ БАЗЫ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ БАНКА ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ МГИ НАН УКРАИНЫ

*Е.Г. Андрищенко, Т.Е. Касьяненко,
Т.В. Пластун*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: MIST@alpha.mhi.iuf.net

Использование баз океанологических данных предоставляет возможность для изучения изменчивости океанологических характеристик на различных временных и пространственных масштабах, для создания цифровых карт и атласов, для разработки проектов, направленных на освоение ресурсов моря, охрану природной среды, в морском строительстве, научных исследованиях и других работах.

Введение. В течение последних десятилетий возросли масштабы использования океанологических данных и знаний, обусловленные экономическими, экологическими и другими факторами. В частности, перед экономикой морского государства Украина поставлена задача реализации научно-технического потенциала в области морских наук и технологий, имеющая важнейшую составляющую – обеспечение экологической безопасности прибрежных регионов.

Уже давно обоснована необходимость комплексного мониторинга Черного моря, который в узком смысле трактуется как наблюдение (контроль), оценка и прогноз состояния окружающей среды, в широком – как принятие решений на основании научных данных и разработка стратегии оптимальных отношений общества и природы [1]. Принятие плановых решений на основе опережающей информации, позволяющей прогнозировать развитие ситуаций и оценивать их по критериям стоимости, времени, эффективности и риска, базируется на двух составляющих экологического мониторинга:

– системе наблюдений и хранения экологических параметров;

– системе математических моделей, использующих поступающую информацию.

Начиная с конца 20-го века время удвоения объема накопленных научных знаний составляет 2 – 3 года, а материальные затраты на хранение, передачу и переработку информации (вычислительная техника и связь) превышают аналогичные расходы на энергетику. Процесс роста информационных потоков в полной мере затронул океанологические и экологические исследования. Развитие методов и средств сбора и обработки данных, повышение роли междисциплинарных исследований и международное сотрудничество по обмену данными привели к значительному увеличению объемов океанографических и экологических данных, отличающихся высокой степенью разнородности и относящихся к различным областям нау-

Работы по эффективному использованию таких информационных массивов в Украине были начаты в 1993 г. Проект "Национальный банк океанологических данных" (научные руководители В.Н. Еремеев и А.М. Суворов) [2] позволил на единой концептуальной и методологической основе сконцентрировать усилия ученых на создании государственной океанологической информационной системы (ГОИС) и специализированных морских информационных подсистем, баз и банков океанологических данных. Концепция разработки ГОИС получила развитие в последующих работах по созданию океанографических информационных систем [3 – 5]. В настоящее время логическим продолжением деятельности в этой области является формирование проблемно-ориентированной геоинформационной системы (ГИС) Черного моря, принципы разработки которой (распределенность, интеграция и открытость) отражают как преемственность по отношению к существующим способам организации информационных потоков, так и их развитие в соответствии с современными условиями (создание распределенных банков океанографических данных).

В Подсистеме обеспечения пользователей океанографической информа-

цией ГИС Черного моря (ответственная организация – МГИ НАНУ) значительную роль играют как данные специализированных баз БОД МГИ, так и другие информационные продукты, созданные на их основе. Целью данной работы является краткое описание состава, объемов и принципов формирования специализированных баз данных по Черному морю БОД МГИ, отражающих, с одной стороны, востребованность содержащихся в них результатов измерений (вычислений), с другой – развитие структуры баз данных и возможностей систем управления базами данных (СУБД) в соответствии с современными условиями.

Банк океанологических данных (БОД) МГИ. В структуре современной версии БОД МГИ НАНУ [6], выделим две основные составляющие – ресурсную (базы основных и вспомогательных данных) и управляющую (СУБД), отражающие способ организации данных, возникший на начальном этапе резкого роста информационных потоков и требующий выполнения двух основных требований: интеграции данных (централизованное накопление и хранение) и независимости прикладных программ от данных. Организация единого блока данных и разработка программы, управляющей данными, обеспечивает независимость логической структуры данных (представление об организации данных с точки зрения пользователя) от их физической структуры в памяти компьютера.

Появление развитых программных систем обеспечило возможности работы с многодисциплинарными массивами данных и реализации модельных подходов с целью диагноза и прогноза состояния морской среды, а передовые компьютерные технологии и прогресс средств коммуникации позволили осуществлять оперативный доступ к результатам исследований. В обеспечении научных и природоохранных организаций данными о природной среде существенно возросла роль сети INTERNET, обладающей рядом преимуществ по сравнению с традиционными источниками информации.

Эти факторы с учетом роста объемов и потребностями международного

обмена океанологической информацией расширили требования, предъявляемые к организации потоков данных, понятием распределенности, имеющим важное экономическое значение. К преимуществам распределенного хранения данных относятся снижение затрат на передачу информации и повышение эффективности обработки данных в результате физического разделения большой централизованной базы данных на фрагменты при сохранении ее единого логического представления.

Тенденция к созданию региональных и глобальных сетей баз данных (реализация принципа распределенности) для согласованного взаимодействия специализированных банков данных различных организаций потребовала:

- от БД – унификации форматов представления данных;
- от СУБД – универсализации процедур доступа, анализа и визуализации данных.

Эти возможности в полной мере реализованы в современной версии БОД МГИ – программно управляемой структуре, непрерывно пополняемой информацией, наращиваемой по функциональным возможностям и включенной в сеть INTERNET для обеспечения доступа к открытым наборам океанографических данных.

Базы. На каждом из этапов формирования баз данных приоритетными были как отдельные виды измерений, так и определенные регионы Мирового океана, одним из которых является Черное море. Океанографическая база «Черное и Азовское море» объединяет данные, полученные более чем на 162 тыс. океанографических станций (собственные исследования МГИ – около 22 тыс. станций), охватывает период с 1890 г. по настоящее время (происходит постоянное расширение объемов баз) и является одной из самых полных по данному региону.

На основе исходных наборов океанографических и экологических данных, полученных из разных источников (архивы, рейсы, мировые и национальные центры данных, научные организации других государств и др.), отражающих степень технической оснащенности каждого из источников на момент прове-

дения исследований, особенности представления результатов, связанные с целями исследований и изначально хранящихся в несопоставимых форматах, сформированы специализированные и тематические базы данных (в соответствии с научными программами, рекомендациями МОК ЮНЕСКО и выбранными для реализации способами).

Этапы этой работы состояли в выполнении ряда трудоемких операций, требующих времени и специальных знаний, а именно:

- в систематизации и перенесении архивных данных на современные носители;

- в трансформировании полученных массивов и имеющихся ранее рейсовых и других данных в таблицы (базы) утвержденных форматов;

- в проверке данных и метаданных с помощью процедур автоматического и ручного контроля;

- в присвоении данным кода качества;

- в загрузке данных в специализированные базы.

В настоящее время обмен данными с мировыми и национальными центрами данных, осуществляемый в рамках программ IODE МОК ЮНЕСКО и международных проектов, происходит в рамках согласованных форматов передачи данных.

На основе применяемого в структуре БОД унифицированного формата базы метаданных любой выбранный для анализа вид измерения связывается с другими параметрами, содержащимися в специализированных базах. Таким способом обеспечиваются оперативный и наглядный анализ распределения натурных измерений любых параметров по всей акватории Черного моря или любой его части, а также быстрая и точная выборка нужных данных.

Созданы специализированные базы данных по гидрологии, гидрохимии, течениям, дрейфтерным наблюдениям, оптике (диск Секки), уровню Черного моря (среднемесячные и среднегодовые значения), а также базы с данными, поступающими из п. Кацивели (ЭО МГИ) в реальном времени (уровень, температура, атмосферное давление, ветер, волнение). Совместно с другими научными

отделами института в отделе морских энвайроментальных информационных технологий ведутся работы по расширению состава специализированных баз данных. Получили дальнейшее развитие базы данных «Течения», «Гидрооптика» и «Спутниковые наблюдения», в общую базу океанологических данных интегрирована база данных дрейфтерных наблюдений.

Расширилась и качественно улучшилась специализированная база данных по уровню Черного моря, включающая данные 44 уровней постов, расположенных вдоль черноморского побережья. В базе хранятся средние, минимальные и максимальные значения уровня моря по месяцам и годам с 1873 по 2006 гг., что обеспечивает ее использование для исследования межгодовой и сезонной изменчивости уровня Черного моря. Для визуализации и обработки данных создана компьютерная система, обеспечивающая доступ к данным, отображение временных рядов, характеризующих сезонную и многолетнюю изменчивость уровня моря, а также набор программных средств для статистического и спектрального анализа временных рядов уровня моря.

В 2007 – 2008 гг. существенно пополнены специализированные базы по гидрологии, гидрохимии, гидрооптике, гидробиологии и течениям в Черном море. Часть этих результатов получена в экспедициях НИС «Эксперимент» и «Сапфир» в Севастопольской бухте и на р. Черная.

В 2005 г. в результате сотрудничества с отделом дистанционных методов исследований была сформирована база спутниковых наблюдений, которая включает данные радиационной и абсолютной температур поверхности Черного моря с 1997 по 2005 гг. и картографические изображения этих параметров за указанный период.

Совершенствование и разработка СУБД и программного обеспечения проводятся в соответствии с современными требованиями – решается комплекс вопросов, связанных с обеспечением доступа к океанологическим данным с использованием сети INTERNET. Примерами являются такие разработки, как программы визуализации выборки

данных, загрузки и первичного контроля качества новых данных, а также система управления локальными и распределенными базами океанологических данных. Так как стандартные типы полей большинства стандартных СУБД характеризуют хранящиеся в них величины в основном с технической точки зрения (размер занимаемой области памяти, принадлежность величины к символьным, численным, логическим и другим видам данных), потребовалось введение смысловых типов полей, отражающих категории, параметры и характеристики данной предметной области, в то же время связанных с физическими полями баз данных.

БОД обеспечивает океанологической информацией все научные подразделения, прямо или косвенно оказываясь участником многих разработок. Программно-математические возможности анализа данных, которыми в настоящее время владеют специалисты БОД, обеспечивают наглядность и быстроту представления результатов, требуемых для оперативной оценки экологической обстановки в черноморском регионе.

Заключение. Базы океанологических данных, объединяющие архивные данные (полученные в результате многолетней экспедиционной деятельности и имеющие непреходящую ценность) и результаты современных исследований, являются важной ресурсной составляющей современных морских информационных систем и технологий. Они предоставляет возможности для изучения изменчивости океанологических характеристик на различных временных и пространственных масштабах, для создания цифровых карт и атласов, незаменимы при разработке проектов, направленных на освоение ресурсов моря, охрану природной среды, в морском строительстве, научных исследованиях и других работах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Израэль Ю.А., Цыбань А.В.* Антропогенная экология океана. – Л.: Гидрометеиздат. – 1989. – С. 112
2. *Еремеев В.Н., Суворов А.М., Владимиров В.В. и др.* Концепция национальной системы сбора, передачи, хранения, анализа и обеспечения пользователей океанологической информацией / В сб. Океанологические информационные системы, базы и банки данных и знаний. – Севастополь: МГИ НАНУ. – 1993. – С. 6 – 68.
3. *Еремеев В.Н., Суворов А.М., Годин Е.А.* Разработка концепции национальной многоцелевой морской геоинформационной системы Украины // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 1998. – С. 118 – 121.
4. *Суворов А.М., Годин Е.А.* Морские информационные системы и технологии // Развитие морских наук и технологий в Морском гидрофизическом институте за 75 лет. – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 2004. – С. 501 – 543.
5. *Суворов А.М., Андрющенко Е.Г., Годин Е.А., Ингеров А.В., Касьяненко Т.Е., Пластун Т.В., Халиулин А.Х.* Банк океанологических данных МГИ НАНУ. Содержание и структура баз данных, система управления базами данных // Системы контроля окружающей среды – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 2003. – С. 130 – 137.
6. *Еремеев В.Н., Суворов А.М., Годин Е.А., Халиулин А.Х.* // Раздел «Водная среда» // Атлас охраны природы Черного и Азовского морей (под ред. Митина Л.И.). – С-Пб.: изд-во ГУНиО МО РФ. – 2006. – 434 с.
7. *Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів.* – К.: ДУ «Держгідрографія». – 2009. – 356 с.
8. *Андрющенко Е.Г., Исаева Е.А., Пластун Т.В.* Информационные ресурсы БОД МГИ НАН Украины и их использование в поисковой теме «Интеграция» // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 2006. – С. 136 – 139.