

**БАНК ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ
ДАНЫХ МГИ НАН УКРАИНЫ –
РАЗВИТИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ
И ПОПОЛНЕНИЕ БАЗ ДАНЫХ
В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНЫХ
И МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТОВ**

*Е.Г. Андриющенко, Л.К. Галковская,
Е.А. Годин, Е.В. Жук, А.В. Ингеров,
Е.А. Исаева, Т.Е. Касьяненко,
Т.В. Пластун, А.Х. Халиулин*

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
99011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: MIST@alpha.mhi.iuf.net

Представлено современное состояние банка океанографических данных (БОД) МГИ Рассмотрены работы, которые проводятся в рамках национальных и международных проектов, по его пополнению и развитию программных средств, обеспечивающих контроль качества, визуализацию и доступ к данным и информационным продуктам.

Введение. Создание банков океанологических данных является одним из важнейших направлений работ в области современных морских информационных систем и технологий. Стандартные функции банков океанологических данных предусматривают хранение, пополнение и обеспечение контроля качества данных, с целью обеспечения пользователей необходимой информацией.

В МГИ НАН Украины накоплен значительный опыт по разработке и созданию баз и банков океанографических данных и систем обеспечения пользователей океанографической информацией. Эти работы прошли несколько этапов развития [1] и актив-

но продолжаются в настоящее время [2 – 5] в рамках национальных и международных проектов.

Основные направления деятельности и информационные ресурсы БОД МГИ. Основными направлениями деятельности БОД МГИ являются:

- археология и спасение данных;
- совершенствование программного обеспечения БОД;
- создание информационных продуктов;
- участие в международном обмене данными и международных проектах информационной направленности;
- координация усилий украинских морских центров в рамках IODE.

БОД МГИ содержит данные по гидрологии, гидрохимии, метеорологии, течениям, гидрооптике, уровню моря, а также дрейтерные данные и спутниковые наблюдения.

БОД включает все доступные данные океанографических наблюдений, выполненных в Чёрном море, а также данные по Мировому океану (распределение по регионам приведено в таблице 1). Дополняют банк наборы данных на CD-дисках, полученные в результате международного обмена и в рамках международных проектов.

Специализированная база данных «Черное море». База гидрологических данных по Черному морю является наиболее полной в мире и содержит информацию по температуре и солености, полученную на более чем 157 тысячах станций с 1890 по 2009 год научными судами Украины, России, Болгарии, Турции, США, Франции, Румынии, Дании и других стран.

Таблица 1 – Распределение наблюдений по регионам

Виды данных	Количество	Моря			Океаны		
		Черное	Азовское	Средиземное	Атлантический	Индийский	Тихий
Гидрология	Станции, (x 10 ³)	157	0,450	12	18	2,6	0,214
	Горизонты, (x 10 ³)	4 464	1,5	500	1850	385	1,2
Гидрохимия	Станции, (x 10 ³)	30	0,040	4	2	0,670	0,030
	Горизонты, (x 10 ³)	227	0,1	67	120	9	0,6

База гидрохимических данных включает информацию по 15 химическим параметрам, полученным на более чем 30 тысячах станций.

База течений содержит данные, полученные в экспедициях НИС «Михаил Ломоносов» (39 рейсов, 600 буйковых постановок, 4357 горизонтов) и НИС «Академик Вернадский» (34 рейса, 418 буйковых постановок, 3524 горизонта), других научно-исследовательских судов МГИ, а также на океанографической платформе в пос. Кацивели.

База метеорологических данных содержит данные по 26 параметрам, которые были получены на более чем 26 тысячах станций, выполненных НИС МГИ и судами Гидрографической службы Черноморского флота СССР (до 1991 года).

Баз гидрооптических данных включает более 6 тысяч измерений прозрачности и более 2 тысяч измерений цветности по шкале Фореля – Уле.

База данных по уровню содержит средние, минимальные и максимальные значения по месяцам и годам с 1874 года для 44 уровенных постов, расположенных вдоль побережья Черного моря (для 37 – по 1994 год и для 7 – по 2006 год).

В последнее десятилетие одним из важных источников поступления данных о состоянии морской среды стали дрейфтеры. С их помощью получают информацию о скорости и направлении течений, температуре поверхности моря, о профилях температуры, температуре воздуха, атмосферном давлении. В Чёрном море с 1999 года было выпущено свыше 90 дрейфтеров. База дрейфтерных наблюдений БОД МГИ включает более 13 тысяч профилей температуры (около 167 тысяч горизонтов) и около 111 тысяч измерений температуры поверхности моря.

База спутниковых данных сформирована на основе изображений AVHRR, принимаемых в МГИ со спутников NOAA. Она содержит карты абсолютной температуры, радиационной температуры, концентрации хлорофилла, яркости восходящего излучения и температуры морской поверхности.

Климатическая информация в БОД представлена в виде Климатического атласа Чёрного моря. Он состоит из 7 разделов и включает более 500 климатических карт.

Развитие баз океанологических данных. В настоящее время эти работы ведутся в рамках целого ряда национальных и международных программ и проектов: «Стабильная экосистема», «Оперативная океанография», «Информ-ресурс», Up-grade Black Sea SCENE, ODINBLACKSEA, SEADATANET и др.

В последние годы получили дальнейшее развитие базы данных БОД МГИ по гидрологии (Азовское море), течениям, метеорологии, гидрооптике, дрейфтерным и спутниковым наблюдениям. Были добавлены данные по нефтяному загрязнению Черного и Азовского морей.

Важным источником дополнительной информации стали международные проекты, в реализации которых МГИ принимает активное участие.

В рамках проекта *Sea Search* (<http://www.sea-search.net>) были объединены усилия ученых и специалистов 33 океанологических институтов и центров данных из 30 прибрежных государств с высоким уровнем развития технологий, связанных с управлением и интеграцией широкого диапазона океанологических данных. Перечень дисциплин включает физическую океанографию, морскую биологию, гидрохимию и гидрографию. В результате были созданы универсальные базы метаданных судовых наблюдений (ROSCOP), информации о наборах данных (EDMED), об океанологических проектах (EDMERP), о морских организациях (EDMO) и реализован доступ к ним в режиме on-line.

Проект *Black Sea SCENE* (<http://www.blackseascene.net>) ставил своей целью создание научно-исследовательской инфраструктуры, которая призвана стимулировать научную кооперацию, обмен знаниями и опытом, способствовать усилению региональной компетенции, принятию международных стандартов метаданных и технике управления данными, предоставляя более совершенные услуги по доставке данных и информации для Черноморского региона на европейском уровне. В настоящее время проект получил дальнейшее развитие (*Up-grade Black Sea SCENE*) и осуществляется 51 партнером из стран Черноморского региона: Украины, России, Турции, Румынии, Болгарии, Грузии совместно с партнерами из стран-членов Евросоюза.

Проект ENCORA (<http://www.encora.org>).

Цели проекта:

- инициировать независимый процесс кооперации в Европе, с новыми механизмами распределения знаний в пределах и между научными и практическими сообществами, занимающимися прибрежной зоной;
- стимулировать многоцелевые подходы и усилить транснациональные связи между учеными, практиками и политическими деятелями.

В рамках этого проекта был создан сайт (<http://www.nodc.org.ua/ukrncora>) украинского координационного офиса ENCORA – UkrNCORA. Вид стартовой страницы сайта приведен на рисунке 1. Сайт служит для распространения информации, знаний, методов исследований и обмена опытом по управлению процессами в прибрежных зонах Черного и Азовского морей.

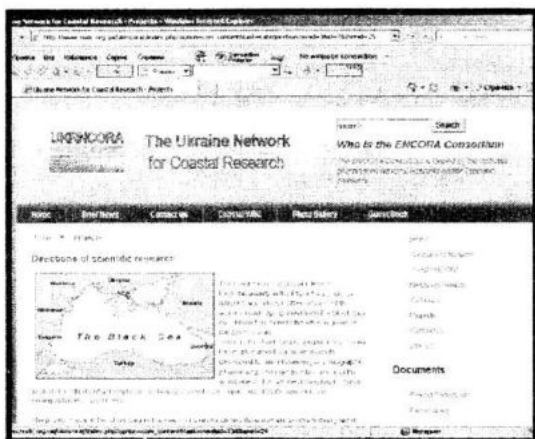


Рисунок 1 - Сайт UkrNCORA

SeaDataNet (<http://www.seadatanet.org>).

В проекте принимают участие 49 ведущих институтов и морских центров данных из 35 стран, имеющих выход к Северо-Восточной Атлантике, Средиземному, Черному, Балтийскому, Северному и Арктическим морям, а также 4 международные организации. Сорок Национальных океанографических центров данных и Центров спутниковых данных образуют распределенную базу морских данных и информационную инфраструктуру. Основной целью проекта является создание стандартизированной системы управления большими разнородными наборами данных, полученных как океанографическими судами, так и со-

временными автоматизированными системами наблюдений.

Задачи МГИ НАНУ:

- организация и мониторинг системы;
- включение в сеть кратких отчетов о национальных экспедициях, экспериментах и рейсах (справочник ROSCOP/CSR);
- включение в сеть национальных перечней наборов данных и систем наблюдений, контролируемых научными лабораториями и службами мониторинга (EDMED, EDIOS);
- включение в сеть информации о национальных проектах (справочник EDMERP).

SESAME (<http://www.sesame-ip.eu>) – международный научный проект по исследованию изменений экосистем Средиземного и Черного морей. Многоотраслевая природа проекта, поддерживаемого Еврокомиссией, означает, что он объединит опыт ученых, работающих в области биологии моря, биоразнообразия, физической и химической океанографии, с опытом специалистов в области социально-экономических наук для достижения лучшего понимания прошлых и будущих изменений экосистем.

Проект ODINBLACKSEA. Целью проекта является развитие сотрудничества между центрами океанологических данных в черноморском регионе. В нём принимают участие Болгария, Грузия, Румыния, Россия, Турция и Украина.

Развитие программных средств. В рамках ряда из упомянутых выше проектов выполнены работы по развитию программных средств, обеспечивающих контроль качества, визуализацию и доступ к данным и информационным продуктам.

Одним из важных элементов при выполнении БОД является контроль качества данных. Его программная реализация представляет собой модуль, основанный на совместном использовании автоматического и ручного режимов контроля качества метаданных и данных, что позволяет использовать его как при первичном, так и при экспертном контроле качества данных. Модуль контроля качества выполняет следующие проверки. Для метаданных:

- поиск дублей;
- проверка местоположения станции (попадание координат в акваторию);

- проверка скорости судна между станциями;
- оценка и проверка значения глубины места;
- Для данных:
- климатический (ранговый) контроль качества данных;
- расчет плотности, поиск инверсии плотности;
- проверка на спайки (выявление резко отличающихся данных-выбросов).

На рисунках 2 и 3 приведены примеры работы утилиты визуального контроля качества данных.

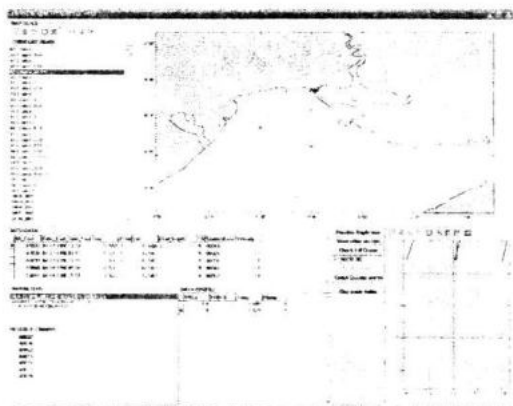


Рисунок 2 – Определение ошибки местоположения станции

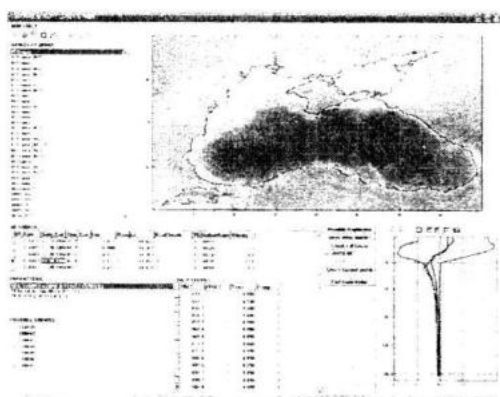


Рисунок 3 – Пример сравнения текущего и климатического профилей температуры воды

Проверка метаданных и данных производится для каждого рейса отдельно и осуществляется в несколько этапов.

На первом этапе выполняется выбор данных, для которых будет производиться процедура контроля качества.

На втором этапе осуществляется настройка процедуры проверки качества метаданных и данных – определяются виды проверок и их параметры.

На третьем и четвертом этапах производится выбор параметров из доступного набора, для которых будет выполняться климатический контроль качества.

Далее, в зависимости от выбора пользователя, программа переходит в окно визуальной (ручной) проверки качества после автоматической проверки или минуя ее.

Доступ к БОД МГИ по локальной сети. В настоящее время завершается отладка тестовой версии приложения для выборки данных. Текущая версия приложения работает для Средиземного, Черного и Азовского морей и обеспечивает доступ к следующим данным:

1. Рейсовые данные:

- гидрологические и гидрохимические;
- течения (автономные буйковые станции);
- течения (ADCP) – для Черного моря.

2. Дрифтерные данные (для Черного моря):

- профили (термокоса);
- наблюдения на поверхности (температура, атмосферное давление);
- координаты дрифтера: наблюдаемые и интерполированные.

3. Среднемесячные и среднегодовые значения уровня Черного моря (наблюдения на уровне постах).

База данных, созданная на СУБД MYSQL, и программное обеспечение размещаются на сервере отдела МЭИТ. Программные модули формируют клиентскую часть, состоящую из основного клиентского приложения и набора динамических библиотек. По мере обновления и пополнения динамические библиотеки автоматически загружаются с сервера на клиентскую машину при запуске программы. По сути, несмотря на то, что программу предполагается использовать в рамках локальной сети, она обеспечивает удаленный доступ к серверу.

Программа обеспечивает выборки по пространству, времени, горизонту, флагам качества, значениям параметров – для всех наблюдений; по организациям, судам, рейсам – для рейсовых наблюдений; по дрифтеру – для дрифтерных наблюдений; по

уровенному посту – для данных по уровню моря. На рисунке 4 приведено главное окно программы доступа к данным.

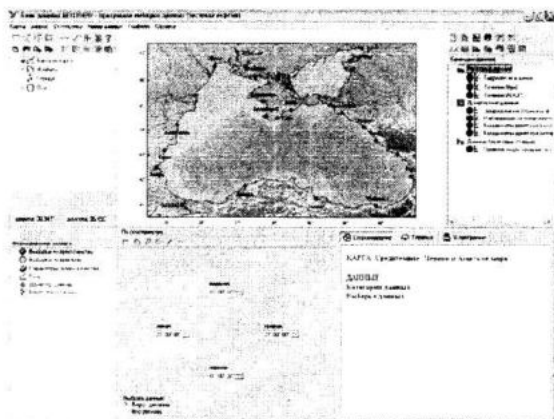


Рисунок 4 – Главное окно программы доступа к банку океанологических данных по локальной сети

Пространственная выборка данных включает выборку по прямоугольному и произвольному регионам, квадратам, вдоль разреза (в более общей форме – произвольно заданной линии) с заданной шириной коридора. Выборка по дате и времени осуществляется по годам и месяцам, и в диапазоне дат за все годы. Выборка по горизонтам и значениям параметров позволяет определять диапазоны изменения параметров, для которых выбираются данные.

Реализована также возможность выбора по флагам качества. Выборка данных по рейсам осуществляется по организации и судну, либо через контекстный поиск. Выборка по дрейфтеру и уровенному посту реализована как выбор из списка.

Кроме того, выбранные данные можно экспортировать в файлы нескольких распространенных форматов, в том числе рейсовый (формат совместимый с программным комплексом «Гидролог» [5]) и *.odv – формат Ocean DataView.

Выбранные метаданные и данные можно просматривать по месяцам, годам, квадратам, рейсам (для рейсовых наблюдений). По каждой выборке предоставляется статистика – распределение количества наблюдений по годам, квадратам, месяцам, общее количество выбранных данных и период, соответствующий этой выборке. Примеры визуального формирования запроса и ре-

зультатов выборки представлены на рисунках 5 и 6.

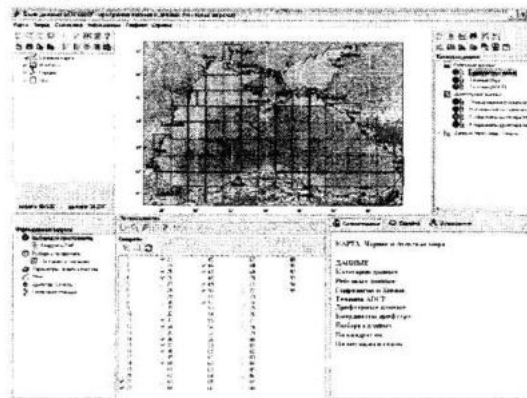


Рисунок 5 – Примеры визуального формирования запроса



Рисунок 6 – Результатов выборки по квадратам с 1950 г. по настоящее время

Доступ к океанографической БД по сети Интернет. Для обеспечения доступа к данным по сети Интернет и визуального представления получаемой информации было разработано специальное программное обеспечение, которое состоит из двух основных модулей – модуля, обеспечивающего доступ к океанографической базе данных, и интерфейса пользователя. Модуль доступа реализован на PHP. С его помощью выполняется отправка запросов от пользовательского интерфейса к базе данных и возврат результатов запроса. Пользовательский интерфейс представляет собой модуль, обеспечивающий выборку, визуализацию и экспорт данных. Этот компонент разработан на Macromedia Flash 8. Программное обеспечение позволяет осуществлять выборку данных по прямоугольному региону, по дате, по месяцам, по рейсам, а также выполнять экспорт выбранных данных в ODV формат. На рисунке 7 приведен пример выборки данных.

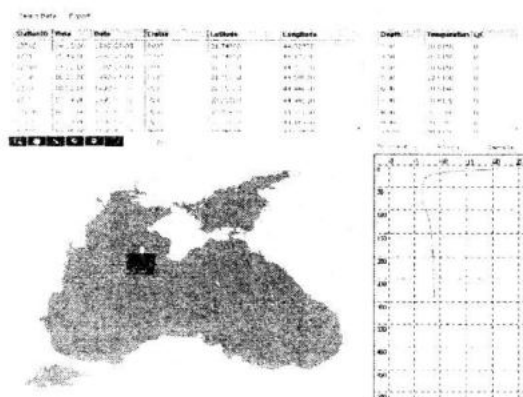


Рисунок 7 – Результаты выборки по прямоугольному региону

Доступ к атласу океанографических характеристик Чёрного моря. В настоящее время организован доступ через Интернет к климатическим картам семи подразделов атласа: температура, солёность, плотность, теплосодержание, динамическая высота, положение нижней границы аэробных вод, положение верхней границы сероводородной зоны. На рисунке 8 представлена web-страница доступа к картам атласа. В крайней левой колонке перечислены параметры, для которых построены климатические карты.

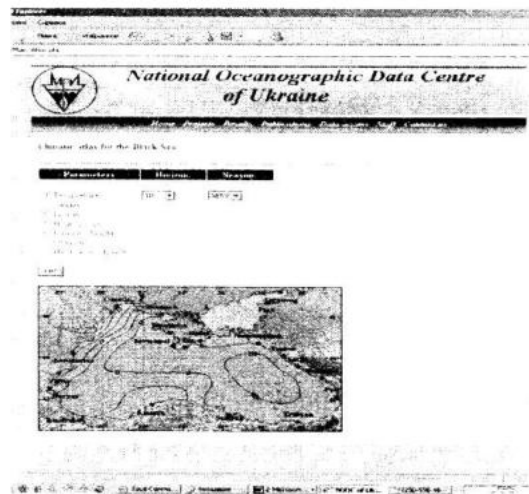


Рисунок 8 – Интерфейс доступа к атласу океанографических характеристик Чёрного моря

Заключение. В настоящее время в БОД МГИ НАН Украины ведется активная работа по пополнению существовавших ранее и созданию новых баз океанографических данных. Основными источниками поступления данных являются, во-первых,

собственные экспедиционные исследования МГИ в Азово-Черноморском бассейне и, во-вторых, обмен данными, в том числе в рамках международных проектов. Значительные усилия направлены на усовершенствование программных средств контроля качества данных и на организацию доступа к БОД по локальной сети и сети Интернет. Работы МГИ НАН Украины получили широкое признание, что нашло свое отражение в вовлечении института в значительное число международных проектов информационной направленности в последние годы.

Л и т е р а т у р а

1. 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.
2. Халиулин А.Х., Годин Е.А., Ингеров А.В., Пластун Т.В., Андриющенко Е.Г. Развитие банка океанологических данных МГИ НАН Украины в 2000 – 2005 годах // Системы контроля окружающей среды. Сборник научн. тр. / Отв. ред. В.А. Гайский. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2005. – С. 130 – 136.
3. Еремеев В.Н., Годин Е.А., Халиулин А.Х. Банк океанологических данных МГИ НАН Украины: современное состояние, использование черноморским океанографическим сообществом и перспективы развития // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2005. – Вып. 13. – С. 394–405.
4. Еремеев В.Н., Халиулин А.Х., Годин Е.А., Ингеров А.В., Белокопытов В.Н., Жук Е.В., Галковская Л.К., Исаева Е.А. Подсистема обеспечения пользователей океанографической информацией геоинформационной системы Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2009. – Вып. 18. – С. 75 – 86.
5. Belokopytov V.N. Ocean Station Tool: Software package for processing and analysis of oceanographic data // International Marine Data and Information Conference – IMDIC (May, 31 – June 3, 2005). Abstracts. – Brest, France, 2005. – P.67.