

БАНК ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ МГИ НАН УКРАИНЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Е.Г. Андрющенко, Е.А. Годин, А.В. Ингеров,
Т.В. Пластун, А.Х. Халиуллин,
И.Г. Шокурова

Морской гидрофизический институт
НАН Украины

99011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
e-mail: MIST@alpha.mhi.iuf.net

Рассматривается современное состояние и перспективы развития банка океанологических данных (БОД) МГИ НАНУ. Описываются работы по пополнению, совершенствованию структуры и программного обеспечения БОД. Отмечается, что база данных «Черное море» включает свыше 156 тысяч гидрологических, около 30 тысяч гидрохимических станций, и является самой полной в мире базой данных по Черному морю.

Введение. Создание баз и банков океанологических данных является одним из важнейших направлений исследований в области современных морских информационных систем и технологий. Эти работы закладывают информационный фундамент для создания цифровых карт и атласов, для изучения изменчивости океанологических характеристик на различных временных и пространственных масштабах, незаменимы при разработке и реализации различных проектов, направленных на освоение ресурсов моря, создание морских транспортных систем и рекреационных зон, охрану природной среды и многих других работах.

В Морском гидрофизическем институте работы по формированию банков океанологических данных, отвечающих современным требованиям, с момента их начала в 80-е годы минувшего столетия пользуются высоким приоритетом. При этом особое внимание всегда уделялось формированию баз данных по Черному морю.

Активно ведутся эти работы и в настоящее время в отделе морских информационных систем и технологий МГИ НАНУ. Сегодня БОД МГИ НАНУ развивается как в направлении увеличения объема хранимых данных и перечня океанологических па-

метров, так и совершенствования программного обеспечения.

Данные, хранящиеся в БОД МГИ НАНУ. Данные измерений параметров морской среды, которыми располагает БОД МГИ, получены не только в экспедициях научно-исследовательских судов (НИС) МГИ НАНУ. Значительные массивы данных поступили в разные годы из Мирового центра данных (МЦД - Б, г. Обнинск, Россия), переданы научными мореведческими организациями Украины, России, США, Болгарии, Турции, Румынии и других государств.

В настоящее время количество данных океанологических наблюдений в БОД в относительно незначительной степени увеличивается в результате проведения новых экспедиций. Существенный вклад в пополнение базы вносят участие в международных проектах (например, MEDAR/MEDATLAS II), программе Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО по обмену данными и переносимая на магнитные носители информация из архивных источников. При этом формирование базы данных по Черному морю по-прежнему остается приоритетным направлением работ.

В настоящее время база данных «Черное море» БОД МГИ включает свыше 156 тысяч гидрологических (рис. 1) и около 30 тысяч гидрохимических станций (рис. 2). Эта база объединяет все доступные данные, полученные в этом бассейне научными судами различных стран и организаций начиная с 1890 года, и является самой полной в мире базой данных по Черному морю.

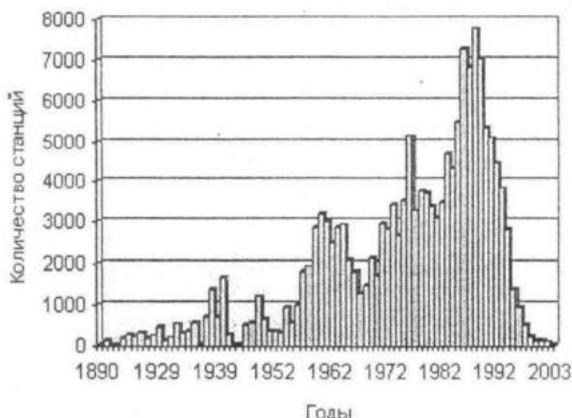


Рис. 1 – Распределение по годам гидрологических станций, выполненных в Черном море

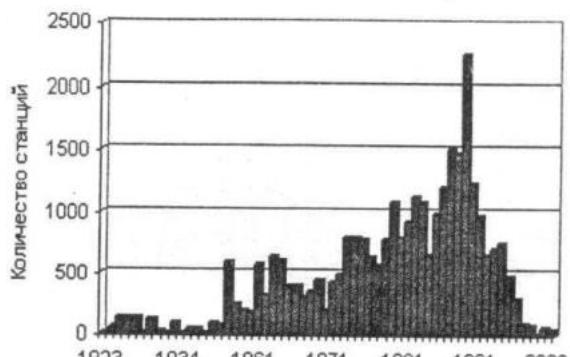


Рис. 2 – Распределение по годам гидрохимических станций, выполненных в Черном море

Повышенный интерес к северо-западной части Черного моря, который объясняется как разработкой запасов углеводородов на шельфе, так и общей экологической ситуацией в этом регионе, вызвал необходимость создания специализированной базы океанологических данных. Эта работа выполняется в рамках проекта «Разработка компьютерной информационно-аналитической системы для обеспечения инженерно-океанологических работ в районах нефтегазовых месторождений северо-западной части Черного моря» (шифр «Инфоресурсы»). На сегодняшний день специализированная база данных по северо-западной части Черного моря содержит 58185 гидрологических и 12377 гидрохимических станций.

Кроме данных по Черному морю БОД МГИ содержит еще 26 тысяч гидрологических и 7 тысяч гидрохимических станций, выполненных в других районах Мирового океана в основном научно-исследовательскими судами мореведческих организаций Украины. Дополняют банк хранящиеся на CD-ROM значительные массивы данных по Мировому океану, полученные по международному обмену и в рамках международных проектов. Эти массивы доступны в МГИ НАНУ для всех заинтересованных сотрудников.

Значительные усилия в последние годы были направлены на пополнение и совершенствование структуры баз течений, метеорологических и гидрооптических данных. Эти данные, полученные во время экспедиционных исследований как в Черном море, так и в других районах Мирового океана, длительное время не были представлены в банке океанографических данных МГИ должным образом.

Современная версия базы данных течений содержит 1224 тыс. записей метаданных и более 4 млн. записей данных течений. Эти данные получены в экспедициях НИС «Михаил Ломоносов» и НИС «Академик Вернадский» (табл. 1), других НИС МГИ, а также на платформе в пос. Кацивели.

Таблица 1 - Распределение наблюдений течений по рейсам

№ рейса	НИС «Академик Вернадский»		НИС «Михаил		
	Количество		Количество		
	Станции	Горизонты		Станции	Горизонты
1	16	86	1	18	54
2	18	143	2	123	1057
3	19	201	3	10	22
4	1	8	4	30	99
5	5	47	5	23	44
6	22	247	6	45	110
7	10	103	7	4	17
8	28	346	8	7	44
9	8	69	9	5	27
10	31	302	10	17	119
11	17	124	11	12	109
12	9	94	12	10	103
13	2	22	13	11	90
14	7	47	14	15	164
15	9	87	15	18	203
18	14	45	18	22	195
20	7	38	20	10	121
23	37	321	21	16	187
25	27	260	22	13	117
26	16	95	24	22	232
27	10	81	25	11	123
28	8	61	26	17	162
29	13	81	27	15	123
30	3	19	28	8	73
32	26	279	29	11	59
33	6	46	31	1	10
34	3	23	34	7	32
35	3	15	36	2	12
37	7	60	37	6	22
38	5	19	38	7	65
39	4	33	40	9	91
40	5	18	41	14	126
41	21	97	43	12	83
43	1	7	45	11	57
			48	10	57
			49	8	60
			50	4	33
Итого	418	3524	Итого	600	4357

На рис. 3 показано распределение по акватории Мирового океана наблюдений течений, выполненных этими научно-исследовательскими судами.

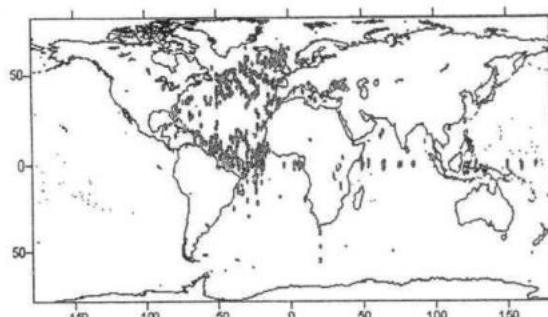


Рис.3 – Распределение наблюдений течений по акватории Мирового океана

Содержащиеся в базе данные течений прошли обработку, которая позволила рас считать даты (год, месяц, число) и время (часы, минуты) каждого из измерений на горизонте по данным о начале и интервале работы датчиков прибора на каждом отдельном горизонте. Были учтены остановки работы датчиков и сбои в записях. Произведено программное редактирование файла данных течений: удаление опечаток, содержащих посторонние символы, проверка соответствия форматов данных формату записи файла данных, замена отсутствующих данных соответствующим кодом, удаление сбойных записей с соответствующим пересчетом метаданных, проверка данных направления и скорости течений на выбросы за пределы интервала измерений и пр.

База метеорологических данных включает данные срочных (всего около 10 тыс.) судовых метеорологических наблюдений НИС МГИ за 1989 — 1995 гг. и судов Гидрографической службы Черноморского флота за 1929 — 1940 и 1945 — 1982 гг.

База оптических данных, содержавшая исторический массив данных по измерениям прозрачности (диск Секки), в последнее время была пополнена сведениями о вертикальном распределении показателя ослабления излучения (ПОИ) в Чёрном море. В настоящее время все измерения этой величины прошли экспертный контроль качества и подготавливаются для переноса в базу данных в виде, позволяющей связывать их с другими параметрами морской среды.

На основе данных БОД МГИ НАНУ могут, формируются специализированные базы данных по различным параметрам,

морской среды, служащие для решения задач конкретных исследований (например, специализированная база данных характеристик зоны взаимодействия кислород — сероводород в Чёрном море и т.д.).

Структура банка океанологических данных МГИ. Структура современной версии банка океанологических данных МГИ НАНУ (рис. 4) формировалась на основе специализированных программных систем с учетом новых потребностей пользователей и необходимости осуществления международного и межведомственного обмена массивами океанологических данных, и прошли несколько этапов развития [1–5].

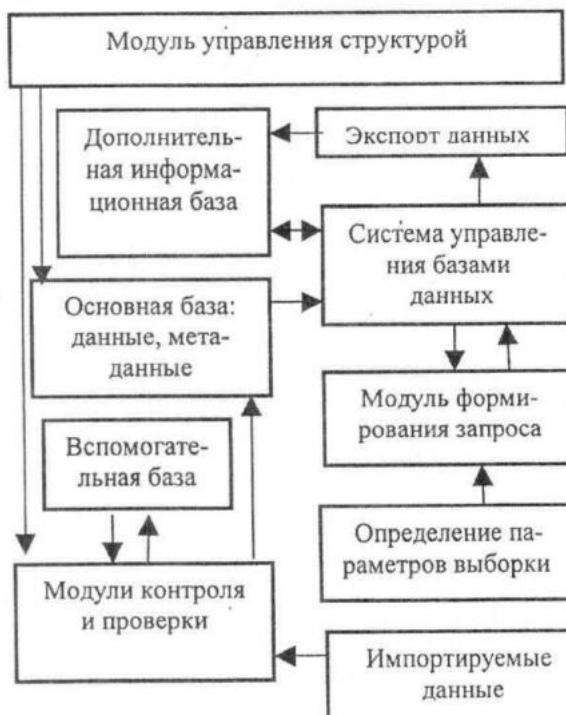


Рис. 4 – Схема функционирования банка данных

Использование модельных и статистических подходов для диагностики состояния морской среды и составления прогнозов, необходимость анализа данных в различных пространственно-временных диапазонах привели к переходу от хранения данных в виде наборов файлов прямого доступа к разработке структуры связанных баз данных и программной системы управления ими. Участие в международном обмене данными показало необходимость унификации форматов хранения данных.

Структуры баз данных современной версии БОД МГИ НАНУ обеспечивает: быстрые форматные преобразования данных;

усвоение новых видов данных без перестройки системы управления; возможность проведения многопараметрических выборок; прямой доступ к сведениям о координатно-временном распределении данных; взаимодействие с международными системами сбора данных о морской среде. Сохраняется преемственность по отношению к предыдущим версиям, но принципиально изменены формы доступа к информации.

Примером работ в этом направлении являются разработанные в последнее время структуры базы метаданных и базы наблюдений базы данных течений БОД МГИ НАНУ (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Структура базы метаданных

№ поля	Имя поля	Тип поля	Содержание поля
1	CAST_N	Long Integer	Уникальный № станции
2	CRUISE	Char	Номер рейса
3	SHIP	Char	Код судна
4	YEAR	Number	Год
5	MONTH	Number	Месяц
6	DAY	Number	День
7	TIME	Number	GMT (часы)
8	TIME	Number	GMT (минуты)
9	LAT	Float	Широта (градусы)
10	LAT	Float	Широта (минуты)
11	LONG	Float	Долгота (градусы)
12	LONG	Float	Долгота (минуты)
13	DEPTH	Float	Глубина места
14	NUM_ST A	Char	Рейсовый № станции
15	NUM_ZOND	Number	№ зондирования

Таблица 3 – Структура базы измерений течений

№ поля	Имя поля	Тип поля	Содержание поля
1	H	Integer	Горизонт
2	V	Number	Скорость течения
3	F	Integer	Направление течения
4	T	Number	Температура

Все параметры записей имеют фиксированные форматы, отсутствующие данные заменяются кодом (-88). Соответствие фай-

ла метаданных аналогичному файлу БОД, позволяет устанавливать взаимосвязь между данными наблюдений разных параметров и выполнять комплексные запросы любой степени сложности. Организация базы данных течений в виде стандартной таблицы с фиксированными форматами записей дает возможность использовать любую систему управления базами данных для выполнения запросов.

Система управления банком океанологических данных. Продолжаются работы по совершенствованию системы управления банком океанологических данных. В рамках этих работ создана программа для проверки и добавления в базу новых данных, реализующая следующий алгоритм:

- импорт данных наблюдений во временные таблицы;
- автоматический контроль качества метаданных и данных;
- исправление пользователем ошибок с повторной расстановкой флагов качества данных в соответствии с внесенными корректировками;
- исправление флагов качества для данных, не прошедших программный контроль, но не отбракованных пользователем;
- добавление данных в БОД.

Импорт в настоящей версии осуществляется из следующих форматов:

- рейсовый формат (формат пакета «Гидролог»);
- формат BOD (формат данных в ранних версиях БОД МГИ);
- формат MEDAR/MEDATLAS II;
- формат QDV (Ocean Data View SpreadSheet).

Предусмотрена возможность добавления новых организаций и НИС (рис 5).

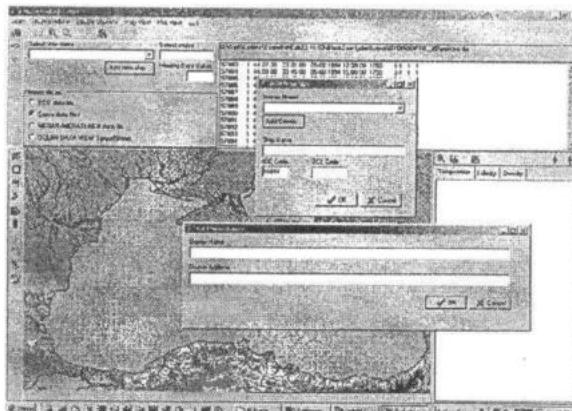


Рис 5 – Пример импорта данных

Далее проверяются пространственные и временные характеристики станций (попадание в бассейн, оцениваются скорости движения НИС между станциями). Вносящие пользователем исправления проверяются повторно. Профили на этом шаге проходят проверку на основе климатического массива для соответствующего квадрата и месяца [6] на попадание в диапазон $\pm 2\sigma$ (σ – среднеквадратическое отклонение) и наличие/отсутствие инверсии плотности (рис. 6).

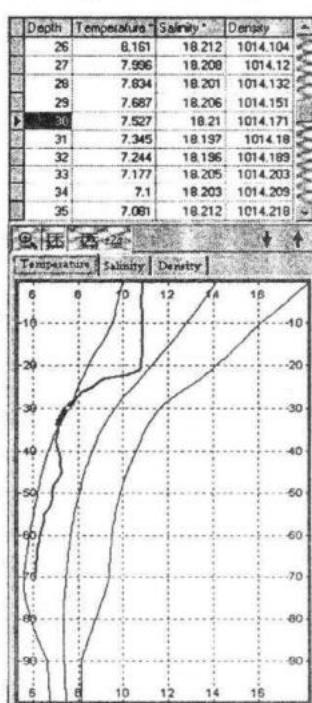


Рис. 6 – Пример проверки данных на попадание в диапазон $\pm 2\sigma$

ми, и пользователь может сравнивать и формировать окончательно тот набор станций, который будет добавлен в базу данных.

На втором этапе для данных, не прошедших программный контроль и не исправленных пользователем, производится проверка на попадание в диапазон $\pm 3\sigma$, после чего пользователь может исправлять флаги качества для этой группы данных. Далее данные программно добавляются в соответствующие таблицы БОД МГИ.

Эти возможности уже реализованы в ряде тестовых версий и прикладных программ, создаваемых для решения конкретных задач, например программной оболочки, создаваемой в рамках проекта «Инфо-ресурсы».

Заключение. Таким образом, современная версия банка океанологических данных МГИ НАНУ представляет собой развивающуюся программно управляемую структуру связанных баз, пополняемую данными наблюдений и наращиваемую по функциональным возможностям. Сохраняют актуальность работы по контролю качества данных и по перенесению данных наблюдений с бумажных носителей (значительные объемы которых еще хранятся в фондах института) на магнитные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрющенко Е.Г., Халиуллин А.Х. Единый каталог океанологических данных Украины // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 1998. – С. 131-133.
2. Суворов А.М., Андрющенко Е.Г., Островская И.Г., Пластун Т.В., Халиуллин А.Х. Справочная база океанологических наблюдений, выполненных в научных рейсах МГИ НАНУ с 1957 по 1998 годы // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 1999. – С. 177-180.
3. Суворов А.М., Халиуллин А.Х.. Пластун Т.В., Островская И.Г., Андрющенко Е.Г. Структура банка МГИ // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2001. – С. 194-198.
4. Суворов А.М., Халиуллин А.Х., Ингеров А.В. Программное обеспечение базы океанологических данных МГИ НАНУ // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2002. – С.182 – 184.
5. Суворов А.М., Халиуллин А.Х., Ингеров А.В., Андрющенко Е.Г., Пластун Т.В., Годин Е.А., Касьяненко Т. Е. 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. Белокопытов В.Н. Сезонная изменчивость термохалинной и гидролого-акустической структуры вод Черного моря. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2003. – Вып. 8. - С. 12-22