

Е.Г.Андрющенко*, Т.Е.Касьяненко*,
А.С.Кузнецов**, Т.В.Пластун*

**Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь*

***Экспериментальное отделение Морского гидрофизического института
НАН Украины, пгт.Кацивели*

БОД МГИ НАН УКРАИНЫ: ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Рассматриваются вопросы сохранения и приведения к единым форматам информационных массивов, полученных в результате проведения тематических экспериментов и осуществления рутинного мониторинга морской среды с Океанографической платформы Экспериментального отделения Морского гидрофизического института НАН Украины, а также оперативного доступа к вновь получаемым данным.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: база данных, метеоданные, уровень моря, направление и скорость течения, волнение, температура воды, океанографическая платформа.

В конце 70-х гг. прошлого века в практике океанографических исследований в качестве носителей измерителей параметров морской среды широкое распространение получило использование стационарных платформ. Отчасти это было связано с необходимостью преодоления недостатков проведения измерений с нестабильного основания (при выполнении работ с борта судна). Классическим примером является Океанографическая платформа (ОП) Морского экспериментального полигона Экспериментального отделения Морского гидрофизического института (ЭО МГИ) НАН Украины, установленная в 1980 г. на расстоянии 480 м от берега (средняя глубина 28 м) в районе мыса Кикинеиз с координатами 33,98 в.д.; 44,39 с.ш. и задуманная как стационарный пункт для осуществления многолетних гидрологических и метеорологических измерений.

Такие измерения начали проводиться с 1981 г. как на платформе, так и в прибрежной зоне, что обеспечило возможность получения длительных непрерывных рядов наблюдений и сравнительных характеристик исследуемых параметров. Кроме того, ОП является базой для проведения многочисленных экспериментов по исследованию гидрофизических процессов в море сотрудниками МГИ и других организаций с привлечением иностранных специалистов. Если принять во внимание, что в береговой зоне поселка Кацивели с 1931 г. работает гидрометеорологический пункт (ГМП), на котором 3 раза в день проводятся стандартные гидрометеонаблюдения, то становится ясно, что полученные информационные массивы имеют значительные объемы и обладают существенной научной ценностью.

Представление данных измерений в БОД МГИ. При формировании современной версии Базы океанографических данных (БОД) МГИ в состав информационных баз вошли данные «Каталога океанографических данных ЭО МГИ НАН Украины», составленного в конце 1993 г. в соответствии с «Руководством по каталогизации имеющихся на Украине океанологических

данных" (версия 1.12 от 07.06.93). Приведем краткие сведения об основных группах измерений, содержащиеся в каталоге.

РЕГИОН. Черное море, Южный берег Крыма, пос. Кацивели.

Метеорологические измерения

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД: с 1931 г. по настоящее время

ПАРАМЕТРЫ: температура воздуха, температура воды поверхности моря, влажность воздуха (относительная, абсолютная), скорость и направление ветра, атмосферное давление, облачность

ПРИБОРЫ: стандартные метеорологические приборы

ТИП ДАННЫХ: измерения на приборной скале на берегу моря

ОБЪЕМ ДАННЫХ: ~ 700 тыс. измерений

НОСИТЕЛЬ: бумага, таблицы в отчетах и рабочих журналах (~ 10 тыс. стр.)

ОПИСАНИЕ: стандартные параметры, измерения проводились на поверхности моря круглосуточно в основные метеорологические сроки.

Средний уровень моря

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД: с 1949 г. по настоящее время

ПАРАМЕТРЫ: уровень моря

ПРИБОРЫ: самописец уровня моря СУМ

ТИП ДАННЫХ: в колодце у приборной скалы

ОБЪЕМ ДАННЫХ: ~ 400 диаграммных лент

НОСИТЕЛЬ: диаграммные ленты самопишущего прибора

ОПИСАНИЕ: стандартный параметр, измерения проводились круглосуточно

Суммарная солнечная радиация

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД: с 07.1947 по 09.1978 гг., с 07.1981 по 06.1986 гг., с 05.1988 по 12.1992 гг.

ПАРАМЕТРЫ: суммарная солнечная радиация

ПРИБОРЫ: пирпнометр, ГП 3Х3

ТИП ДАННЫХ: измерения на крыше первого корпуса ЭО МГИ

ОБЪЕМ ДАННЫХ: ~ 3000 диаграммных лент

НОСИТЕЛЬ: диаграммные ленты самопишущего прибора КСП-2

ОПИСАНИЕ: стандартный параметр, измерения проводились на крыше первого корпуса ЭО МГИ в светлое время суток

Волнение моря

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД: с 01.1956 по 12.1957 гг., с 01.1958 по 06.1980 гг., с 07.1980 по 12.1992 гг.

ПАРАМЕТРЫ: высота, период и направление волн

ПРИБОРЫ: визуальные наблюдения

ТИП ДАННЫХ: визуальные наблюдения с берега моря

ОБЪЕМ ДАННЫХ: ~ 2000 измерений

НОСИТЕЛЬ: бумага, таблицы в отчетах и рабочих журналах (ориентировочно 100 страниц)

ОПИСАНИЕ: стандартные параметры, измерения проводились с берега моря в основные метеорологические сроки в светлое время суток

Температура воды моря

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД: с 03.1986 по 06.1986 гг., с 07.1987 по 09.1987 гг., с 07.1988 по 11.1988 гг., с 05.1989 по 10.1992 гг.

ПАРАМЕТРЫ: температура воды моря на шести горизонтах

ПРИБОРЫ: многоканальный регистратор температуры МРТ-6

ТИП ДАННЫХ: измерения с океанографической платформы ОП

ОБЪЕМ ДАННЫХ: ~ 2000 измерений

НОСИТЕЛЬ: бумага, таблицы и диаграммные ленты самописцев

ОПИСАНИЕ: температура воды на шести горизонтах (1; 5; 10; 15; 20; 25 м), измерения проводились с ОП круглосуточно в следующие сроки: 02:00, 05:00, 08:00, 11:00, 14:00, 17:00, 20:00 и 23:00 по местному времени

Направление и скорость течения

ВРЕМЕННОЙ ПЕРИОД: с 1980 г. по настоящее время

ПАРАМЕТРЫ: направление и скорость морского течения

ПРИБОРЫ: буквопечатающая вертушка БПВ-2

ТИП ДАННЫХ: измерения с градиентной мачты и океанографической платформы ОП

ОБЪЕМ ДАННЫХ: ~ 5 млн. измерений.

НОСИТЕЛЬ: бумага, журналы наблюдений, магнитные дискеты IBM-PC, 730 Кб

ОПИСАНИЕ: стандартные параметры, измерения проводились с градиентной мачты и океанографической платформы круглосуточно с дискретностью 15 мин на глубине 5 м

Специализированные базы данных. В настоящее время на ОП постоянно осуществляется мониторинг температуры и скорости течения от поверхности до дна, а также регулярно изучаются оптические свойства воды и ее экологические показатели. Однако в процессе заполнения баз данных банка «Черное море» выяснилось, что БОД МГИ располагает незначительной частью результатов этих измерений.

В последние годы в отделе морских энвайроментальных исследований и технологий (МЭИТ) проведены работы по ликвидации пробелов в данных из ЭО МГИ, которые имели два направления:

– поиск архивных данных, *приведение их в форматы БОД МГИ и осуществление контроля качества*, занесение данных в соответствующие специализированные базы (массивы данных за 1993 – 2005 гг.);

– обеспечение оперативного доступа к вновь получаемым данным в режиме времени, близком к реальному.

Ниже даны краткие описания результатов измерений, полученных на ОП и входящих в состав специализированных баз по Черному морю.

Данные экспедиции на ОП 2 – 26 августа 1993 г. Измерения хлорофилла "а". Определение концентрации хлорофилла "а" (мг/м^3) проводилось экстрактным флуориметрическим методом (Strickland J.D.H., Parsons T.R. A practical handbook of seawater analysis.-1968.Ottawa.-311 P.) на флуориметре, разработанном в отделе оптики и биофизики МГИ. Названия определявшихся и расчетных параметров:

- *DEP* – глубина, с которой проводился отбор проб;
- *CHLOR* – измеренные значения концентрации хлорофилла "а" в мг/м³;
- *FEOF* – измеренные значения концентрации феофитина "а" в мг/м³;
- *CH+FEO* – значения концентрации суммы пигментов хлорофилла "а" и феофитина "а" в мг/м³;
- *FEO/CH* – отношение концентрации феофитина к концентрации хлорофилла в пробе в %;
- *Vsum* – суммарное содержание хлорофилла "а" в столбе воды в мг/м².

Гидрооптические данные. Измерения вертикальных профилей показателя ослабления излучения проводились с помощью автоколлимационного спектрального прозрачномера (АСП) при движении прибора вниз. Зондирование выполнялось с интерференционными светофильтрами. Эффективная длина волны в максимуме пропускания светофильтров составила 420, 461, 516, 565, 611, 657 нм.

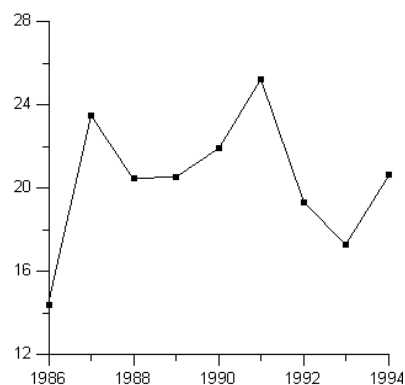
Относительная среднеквадратическая погрешность измерения показателя ослабления света 5 %. Среднеквадратическая погрешность измерения глубины погружения прибора 5 м. Результаты измерений приведены в обратных метрах при десятичном основании логарифма (и масштабированы домножением на 1000).

Глубина видимости белого диска и цветности вод определялись с помощью стандартных белого диска диаметром 30 см и шкалы цветности.

Гидрология. В настоящее время в БОД МГИ входят данные по измерениям температуры с платформы ЭО МГИ за период 1986 – 1994 гг., полученные с помощью датчиков шестиканального регистратора температуры (см. отчет отдела комплексных методов исследования гидрофизических полей ЭО МГИ за 1986 г.), установленных на глубинах 1; 5; 10; 15; 20; 25 м. Измерения длительностью 5 – 7 мин проводились круглосуточно через каждые 3 ч. Погрешность измерения температуры не превышала $\pm 0,10 - 0,15$ °С, постоянная времени датчиков равнялась 45 с. Два раза в месяц по поверенному ртутному термометру контролировалась и корректировалась сходимость показаний всех датчиков при их подъеме на верхний горизонт. Каждый датчик с помощью троса с грузом был стабилизирован, чтобы не допустить вертикальных перемещений при возникновении сильных вдольбереговых течений.

Всего было произведено 13378 измерений профилей температуры, в базе данных содержится 74556 записей показаний температуры. Распределение данных о количестве измерений профилей температуры на платформе ЭО МГИ по годам и месяцам приведено в табл.1.

В качестве простейшего примера исследования изменчивости температуры на рис.1 приводится график распределения по годам средней температуры воды в июле на глубине 1 м.



Р и с . 1 . Распределение средней температуры за июль на глубине 1 м по годам.

Т а б л и ц а 1. Распределение профилей измерений температуры, выполненных с ОП ЭО МГИ, по годам и месяцам.

годы месяцы	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
3	137	–	–	–	–	–	–	–	–
4	218	–	–	43	20	–	–	230	–
5	478		–	248	247	245	248	225	248
6	469	167	301	233	218	240	240	238	240
7	23	702	203	240	217	248	248	245	248
8	–	483	325	228	248	248	248	235	248
9	–	169	276	236	239	240	240	219	240
10	–	–	248	237	243	246	248	228	248
11	–	2	107	107	–	–	–	–	–
12	–	–	35	–	–	–	–	–	–

Относительно невысокие значения температуры обусловлены наличием апвеллингов в летние месяцы. Из графика видно, что значительное уменьшение температуры поверхностной воды, вызванный сгоном в сторону моря теплой прибрежной воды и замещением ее холодной водой ХПС, в июле 1986 и 1993 гг. приняло затяжной характер; в июле 1987 и 1991 гг. отсутствовало.

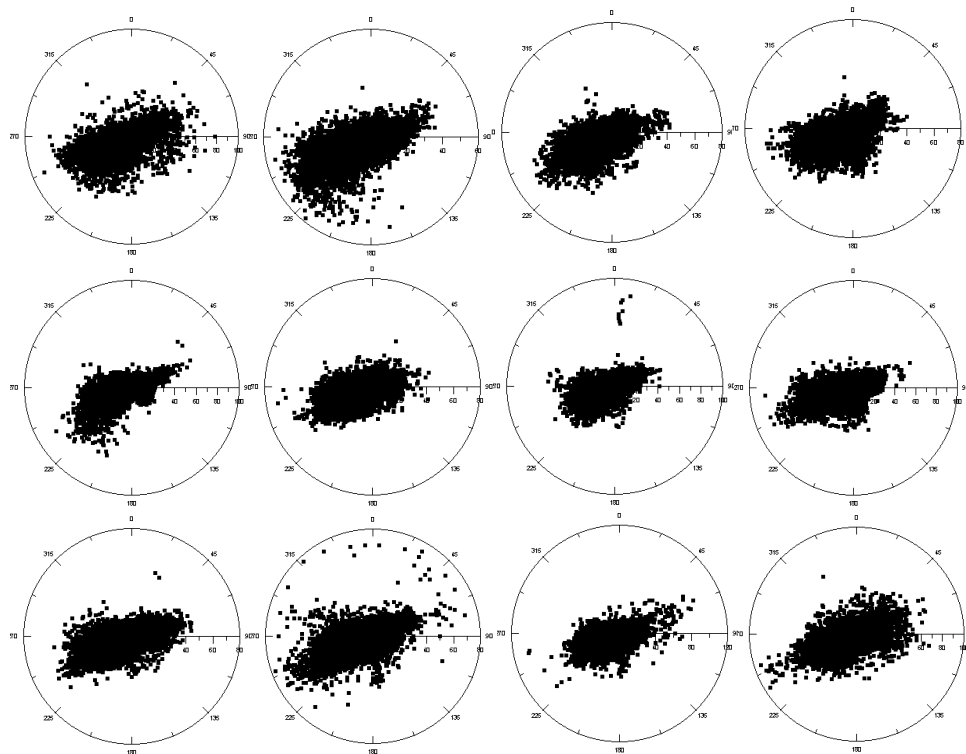
Течения. Наиболее полно в БОД МГИ отражены данные по измерениям течений с ОП, которые представлены результатами непрерывной съемки за 1980 – 1994 гг. Измерения проводились на горизонте 5 м с интервалом 15 с. С января 1980 г. по ноябрь 1994 г. было произведено 412760 измерений. Распределение их количества по годам и месяцам приведено в табл.2. Максимальное число измерений в месяцы, содержащие 31 день, составляет 2976 записей; в месяцы, содержащие 30 дней, 2880 записей. Пробелы в таблице отражают периоды сбоев в работе оборудования.

Дадим краткое описание базы данных течений как составной части БОД МГИ. База состоит из двух частей: файла метаданных и файла данных течений. Файл метаданных содержит: код записи; название измерительной платформы; год, месяц, дату; часы, минуты; координаты и глубину зондирования. В файл данных течений, кроме информации о направлении и скорости течения на указанном горизонте, включена температура морской воды. Все параметры записей имеют фиксированные форматы, отсутствующие данные заменяются кодом (-88).

Загрузка данных в базы происходит с помощью специально созданного программного обеспечения. В ходе первичной проверки данные переводятся в унифицированные форматы. Вначале производится программное редактирование: удаление опечаток, содержащих посторонние символы; замена отсутствующих данных соответствующим кодом; удаление сбойных записей. Одновременно выполняется контроль данных, включающий пространственно-временную привязку, расчет и редактирование метаданных с учетом интервалов зондирования и моментов отказов приборов и оборудования, а также устранение дублей. Один из важных этапов первичного контроля качества данных состоит в проверке попадания данных измерений в пределы

Т а б л и ц а . 2 . Распределение количества измерений течений с ОП.

год\месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980	2464	2774	2976	2873	2964	2306	2970	2627	1977	2970	2112	2114
1981	2966	2681	2390	2641	2200	2599	2375	2346	2875	2968	1562	1025
1982	1380	178	2166	1460	1787	2850	2661	827	131	866	2295	2589
1983	2391	1121	–	–	1417	2352	1807	2219	2863	2969	2866	1123
1984	2508	2590	2122	2425	2008	2875	2859	2976	–	1432	1367	2969
1985	2974	2290	2944	2686	2348	2042	2212	2650	2367	2464	2282	2964
1986	2901	2582	2581	2866	2869	2876	2843	1963	1914	2027	2595	1377
1987	–	–	–	–	2139	1919	2928	2970	2722	693	2257	2662
1988	2297	437	187	2877	2976	2971	2969	1821	2491	2943	2673	2952
1989	2323	1831	2969	2874	2793	1711	2975	2960	2291	2975	2629	2715
1990	1960	924	2976	2880	2975	2878	2976	2976	2880	2693	2879	2902
1991	2876	2688	2976	2880	2702	2880	2976	2661	2880	2975	2634	2948
1992	2976	2639	2976	2880	2976	2880	2976	2976	2879	2736	1838	2956
1993	2976	2688	2916	2880	2976	2865	2871	2976	1603	–	–	–
1994	2975	1857	2972	2880	2975	2622	2415	1767	1716	1554	1965	–



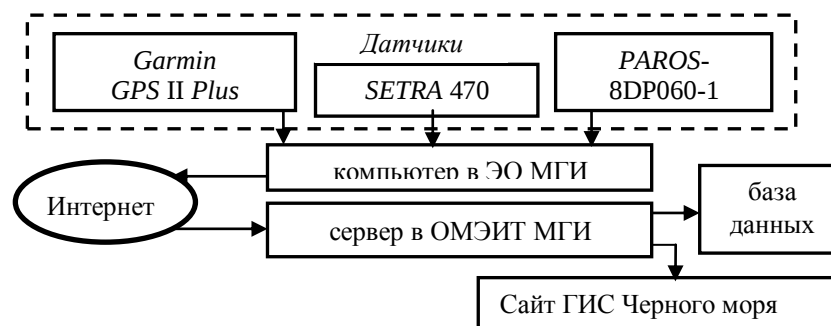
Р и с . 2 . Диаграммы направления и скорости течения по месяцам за весь период наблюдений.

допустимых значений. Вторичная проверка качества данных включает в себя тестирование метаданных на проверку временных интервалов и попадание координат измерений в контуры бассейнов.

Для визуализации данных измерений построены диаграммы направления и скорости течения по месяцам за весь период наблюдений (рис.2). Из диаграмм видно, что на протяжении всего периода наблюдений основное направление течения параллельно ОЧТ. Об этом свидетельствует форма диаграммы – эллипс с центром, смещенным на юго-запад – запад. Сгруппированность данных наблюдается с апреля по сентябрь, что доказывает устойчивость направления течения и его малые скорости. В осенне-зимний период на направление и скорость течения оказывает влияние характерная для этого периода неустойчивая метеорологическая обстановка.

Оперативный доступ к данным в реальном режиме времени. Сотрудниками ЭО МГИ была разработана система получения информации с оборудования, установленного в 2003 г. в пгт.Кацивели. Принимается информация со следующих датчиков:

- подводный датчик давления и температуры (*Paroscientific Inc.*, модель 8DP060-1);
- датчик атмосферного давления (*SETRA 470*);
- глобальная система позиционирования (*Garmin GPS II Plus*).



Р и с . 3 . Передача данных из ЭО МГИ (пгт.Кацивели) в ОМЭИТ МГИ.

Данные вначале поступают на компьютер в ЭО МГИ, затем по электронной почте в виде автоматически генерируемых файлов передаются на сервер в отделе МЭИТ МГИ, после чего заносятся в базу данных.

Схема передачи данных из пгт.Кацивели в ОМЭИТ МГИ приведена на рис.3.

Перечень передаваемых параметров: температура воды; атмосферное давление; температура воздуха; скорость и направление ветра; гидростатическое давление.

В отделе МЭИТ разработан интерфейс для доступа к данным оперативной океанографии ЭО МГИ НАНУ, с помощью которого можно выбрать нужные параметры и интересующий временной интервал для просмотра соответствующих величин.

Заключение. На ближайшую перспективу можно выделить два основных направления сотрудничества между отделом МЭИТ МГИ и ЭО МГИ:

1. Проведение полной каталогизации данных наблюдений, имеющихся в ЭО МГИ; обеспечение сохранности этих данных и их перенос с бумажных носителей на магнитные; интеграция данных ЭО МГИ в БОД МГИ для предоставления доступа к данным наблюдений ЭО МГИ большему числу заинтересованных пользователей.

2. Развитие работ по организации доступа к данным в реальном режиме времени путем включения и других датчиков, установленных в ЭО МГИ, в существующую систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрющенко Е.Г., Годин Е.А., Ингеров А.В., Пластун Т.В., Халиулин А.Х., Шокурова И.Г. Банк океанологических данных МГИ НАН Украины: современное состояние и перспективы развития // Системы контроля окружающей среды.– Севастополь, 2004.– С.130-134.
2. Халиулин А.Х., Годин Е.А., Ингеров А.В., Жук Е.В., Андрющенко Е.Г., Пластун Т.В. БОД МГИ: развитие методов и средств ведения баз данных // Системы контроля окружающей среды.– Севастополь, 2007.– С.83-87.
3. Еремеев В.Н., Халиулин А.Х., Годин Е.А., Белокопытов В.Н., Ингеров А.В., Жук Е.В., Галковская Л.К., Исаева Е.А. Подсистема обеспечения пользователей океанографической информацией ГИС Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.18.– С.75-86.

Материал поступил в редакцию 12.10.2010 г.