

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕЙСОВЫМИ БАЗАМИ ДАННЫХ

В.В. Мирошниченко, В.Л. Владимиров,
А.О. Конопляников
Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская 2

Количество и разнообразие океанографических и экологических данных, получаемых как при рутинном мониторинге, так и при выполнении специализированных экспериментов, в первую очередь - по обеспечению дистанционного мониторинга состояния водоемов, непрерывно растет. Это вызвано как развитием измерительных средств и устройств регистрации данных, так и возрастающим вниманием к проблемам экологии. Активная работа с подобными многодисциплинарными массивами данных возможна только при использовании мощных специализированных высокоеффективных и дружественных к пользователю программных систем. Ряд таких систем был разработан и апробирован в последние годы Лабораторией банков данных МГИ НАНУ и одна из них - система управления рейсовыми базами данных (CruBase) представлена в этой работе.

Назначение и функциональные возможности

Основное назначение CruBase - обеспечить быструю, эффективную и удобную работу с комплексными многодисциплинарными данными и информацией, получаемыми в рейсах научно-исследовательских судов (НИС) для различных специалистов: океанографов, биологов, экологов; и т.д. Эта система также может использоваться для калибровки результатов дистанционных измерений и интерпретации спутниковых изображений.

CruBase является проблемно ориентированной программной оболочкой для персонального компьютера, интегрирующей систему управления специализированной базой данных и модули обработки и представления данных. Область применения - подготовка и анализ информации в задачах многопараметрического междисциплинарного анализа данных наблюдений. CruBase v.5.0, представленная в этой работе, является дальнейшим развитием CruBase ранних версий [1, 2], и в отличие от них предназначена для работы в среде Windows 95/98/NT.

CruBase с успехом может быть применена для обработки любых данных наблюдений, которые вписываются в стандартную схему океанологических измерений - станция-

параметры. Такая схема предполагает, что наблюдения можно представить, как совокупность измерений ряда параметров в некоторых точках-станциях в пространственно-временной системе координат. Кроме того, предполагается, что в каждой точке измерения, параметры являются функцией глубины (или давления, или другой независимой переменной, но одной и той же для всей совокупности наблюдений). Таким образом, базовым элементом, с которым оперирует CruBase и который хранится в рейсовой базе данных, является станция. Данные наблюдений на станции состоят из двух компонент:

- служебные данные (метаданные), включая координаты, время и номер (имя) станции;
- данные измерений (произвольного количества) параметров на этой станции.

Каждая рейсовая база данных, сформированная с помощью CruBase, содержит три основных файла:

- информационный файл со служебными данными (имеет расширение .LNF);
- файл данных измерений параметров (имеет расширение .BNK);
- файл названий параметров (имеет расширение .PAR).

CruBase использует элементы стандартного пользовательского Windows-интерфейса и отличается высоким быстродействием при реализации многопараметрических запросов. Основные функциональные возможности CruBase:

- создание (загрузка) рейсовых баз данных из отдельных разнотипных файлов с данными измерений;
- просмотр и редактирование рейсовых баз данных;
- просмотр схемы расположения станций и выбор необходимых станций;
- экспорт информации из рейсовых баз данных;
- поиск и многопараметрическая выборка данных из базы по различным критериям;
- просмотр графиков распределения параметров, в том числе, зависимостей типа «параметр-параметр».

Возможности CruBase по количеству станций определяются размерами свободной памяти Windows того компьютера, на котором она эксплуатируется. Как правило, это существенно перекрывает любые объемы данных рейса (съемки, выполняемой несколькими судами) и позволяет использовать CruBase для информационного обеспечения крупных экспериментов и проектов.

CruBase поставляется в виде стандартного инсталляционного набора либо как CD-ROM

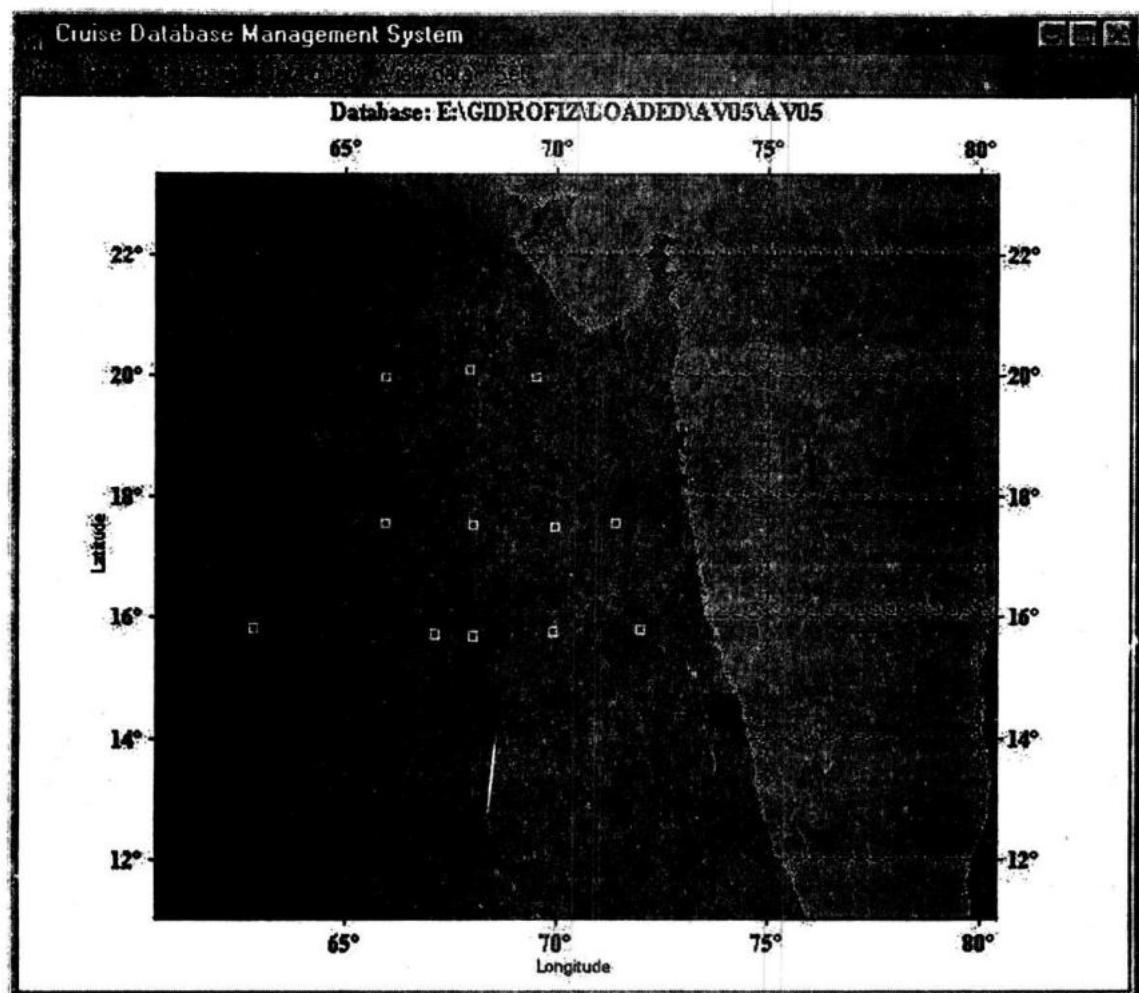


Рис. 1. Карта-схема с расположением станций.

версия, либо на дискетах 3.5'. После установки, вызов CruBase на выполнение осуществляется из меню стандартным образом или двойным кликом мышкой на значке, соответствующем файлу с расширением BNK.

CruBase имеет стандартный интерфейс Widows, управляемый событиями. События - это производимые пользователем манипуляции с клавиатурой и мышью. Взаимодействие пользователя с CruBase осуществляется через систему меню и диалогов. Основным окном системы является окно карты-схемы. Диалоги вызываются на экран через меню. Выбор отдельных пунктов меню может быть осуществлен по нажатию комбинации Alt + «горячая» клавиша. Например, пункт меню Data Query будет выбран, если нажать Alt+Q.

Настройка CruBase.

CruBase содержит широкий круг возможностей для выполнения настроек под определенную базу данных и задачи пользователя. Могут быть выбраны рабочие каталоги и параметры карты-схемы станций. Можно выби-

рать необходимые параметры, пространственно-временные координаты, данные только с определенными кодами качества. Станции, отвечающие критериям выборки, получают статус «активных», отрисовываются на карте-схеме ярким цветом и доступны во всех процедурах выборки. Статус станции может также быть изменен во время просмотра карты-схемы или в режиме редактирования базы. Варьирование статусом станций расширяет возможности формирования выборок в CruBase. Все установки системы для текущей базы и сеанса работы могут быть сохранены в специальных файлах и использованы в дальнейшем.

При установке базы данных требуется указать имя информационного файла рейсовой базы данных (файла с расширением .INF). Если проверка структуры базы пройдет успешно, пользователю будут доступны все компоненты CruBase, иначе доступны лишь компоненты, не связанные с обработкой данных. Так, например, при указании несуществующего имени файла предполагается, что создается новая база данных, и в CruBase доступны только

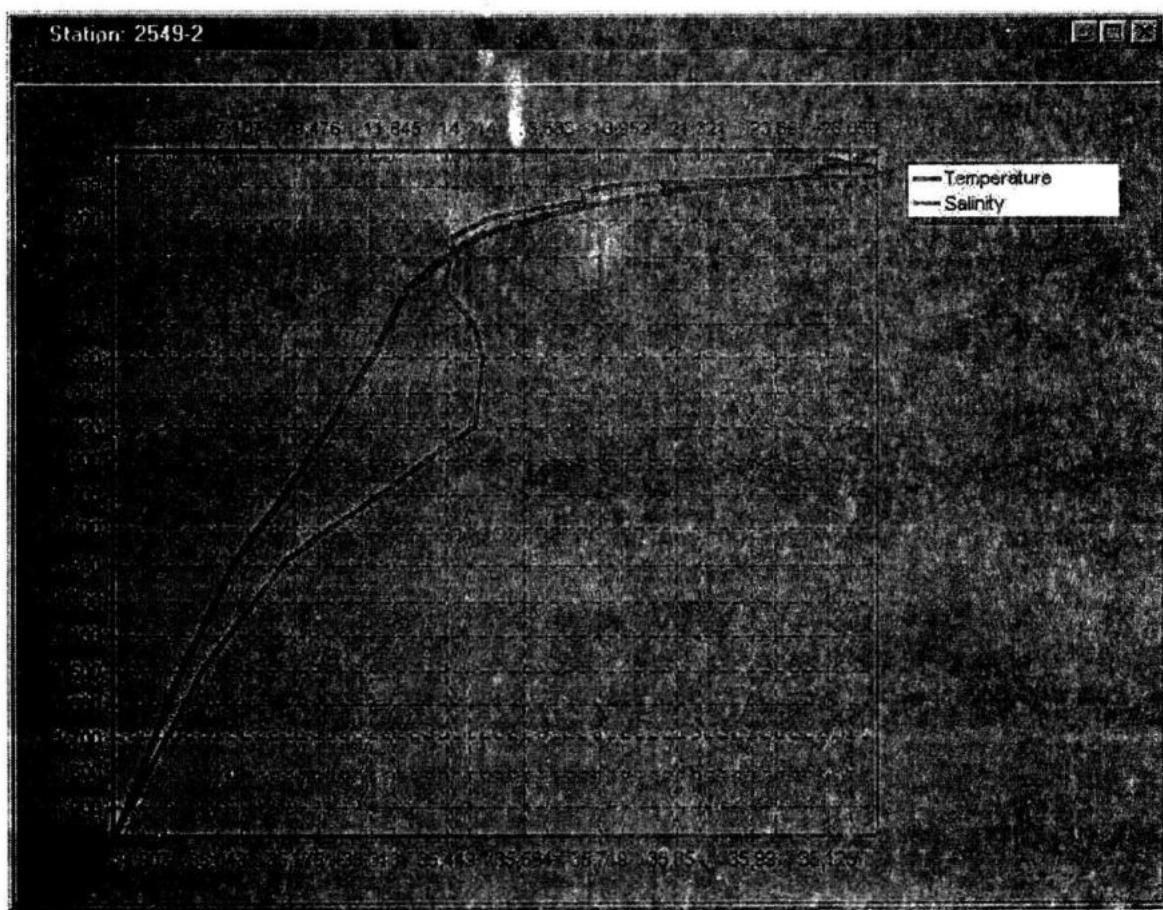


Рис. 2. Графики, построенные в CruBase.

операции загрузки и редактирования.

Загрузка данных.

Как правило, в рейсах сбор данных наблюдений осуществляется различными группами исследователей, вследствие чего данные заносятся на магнитные носители и хранятся в различных файлах и в разных форматах. Задача этапа загрузки состоит в том, чтобы из разнородных данных скомпоновать единую много-параметрическую рейсовую базу данных. В полной мере это утверждение верно и для других (не рейсовых) наборов данных. CruBase при загрузке все же предъявляет определенные требования к форматам файлов исходных данных - они должны соответствовать некоторым определенным стандартам (в зависимости от назначения данной версии системы). Например, набору стандартов МГИ, или набору стандартов международного проекта CoMSBlack. При загрузке данных требуется заполнить поля диалога, в том числе, указать тип формата, место нахождения файлов данных, описать их формат с помощью диалога описания формата и установить опции загрузки. При повторной загрузке происходит пере-

запись (обновление) информации в базе данных, то есть, возможна корректировка данных в базе путем исправления файлов с исходными данными с их последующей перезагрузкой.

Просмотр и редактирование данных

В этом режиме пользователю предоставляется возможность просмотреть полный список станций рейсовой базы данных и, при необходимости, выполнить редактирование информации. Слева в окне диалога выведен список станций, причем, строка, соответствующая текущей станции выделена цветом. Справа в окне находится список параметров на текущей станции.

Находясь в режиме прокрутки списка, пользователь может:

- 1) изменить признак активности станции;
- 2) отредактировать служебную информацию станции;
- 3) отредактировать данные измерений;
- 4) добавить или удалить станцию.

Кроме того, можно регулировать режим допустимого количества измерений на одном горизонте станции.

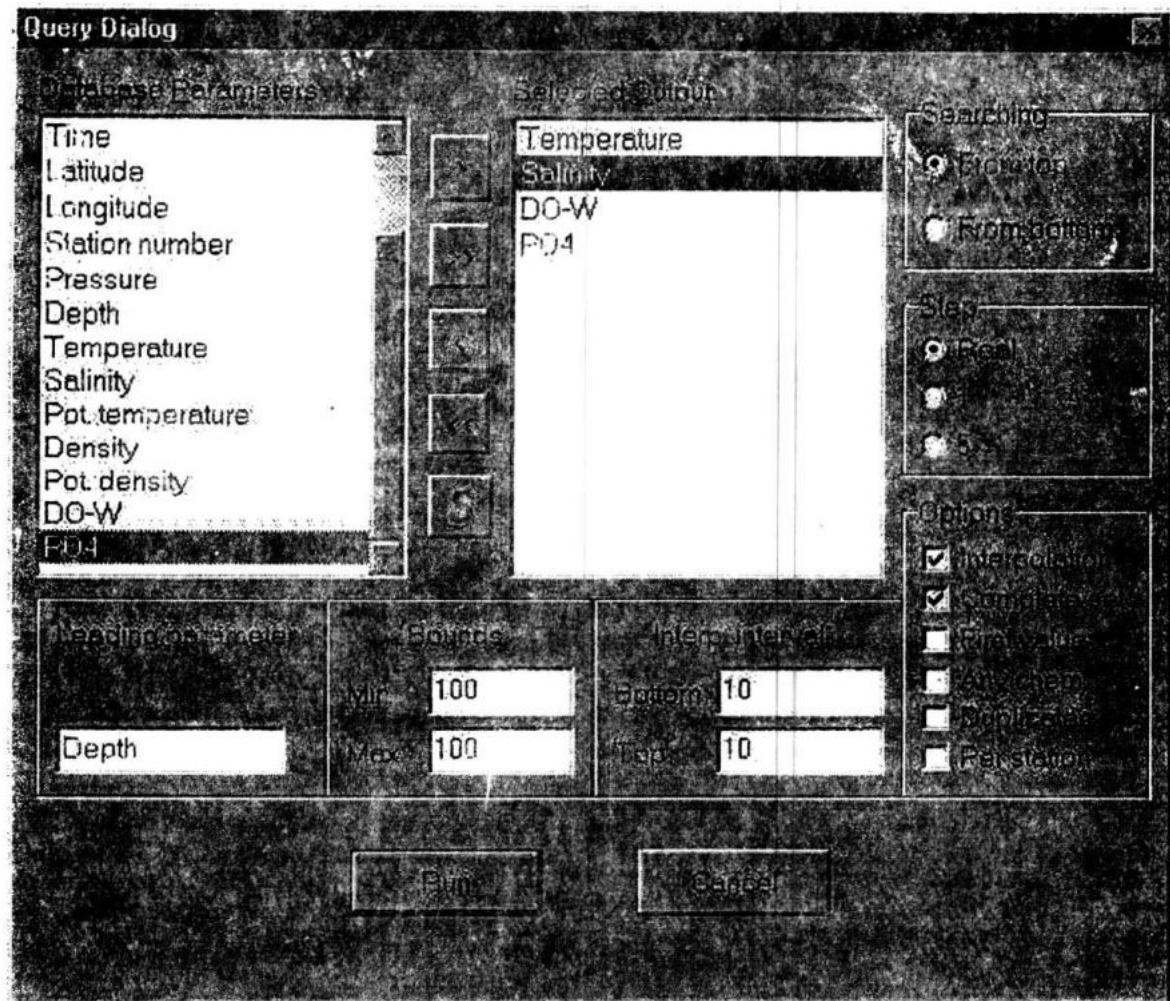


Рис. 3. Окно комплексного запроса.

В режиме редактирования координат необходимо учитывать, что в базе координаты хранятся в десятичных долях градуса. Поэтому при внесении новых данных надо осуществлять перерасчет координат из градусов в десятичную систему счисления. Окно редактирования данных содержит таблицу заданных параметров, каждая колонка которой соответствует одному параметру, а строка - горизонту (глубине). Допускается работа одновременно с несколькими окнами редактирования.

Работа с картой-схемой.

При работе с CruBase карта-схема расположения станций всегда доступна в главном окне программы. Графическая карта-схема расположения станций из базы выводится в проекции Меркатора. Границы географического района, имена файлов с информацией, требуемой для построения карты-схемы, задаются с помощью файлов, находящихся в подкаталоге \MAPS\|. Если какие-либо установки для карты-схемы заданы неверно, на экране будут отсутствовать некоторые ее компоненты:

станции - при неправильно заданном районе; контуры берегов, - при неправильно заданных именах файлов или районе.

На экране карты схемы станции обозначаются квадратиками 2x2 пикселя, причем, станции, обозначенные квадратиками желтого цвета (яркие на монохромном мониторе) активны и доступны для обработки, а станции, обозначенные квадратиками красного цвета, имеются в реестровой базе данных, но недоступны для обработки. Изменить статус станции можно с помощью нажатия Shift + левая кнопка мыши.

Параметры отображения графической информации на карте-схеме могут быть изменены. Пользовательские настройки включают: общие настройки (батиметрия, координатная сетка и т.д.), настройку цветов и настройку отображения станций.

Карта-схема предусматривает распечатку, сохранение в виде файла в цвете или без, и копирование в буфер обмена Windows (Clipboard).

Экспорт данных.

Экспорт данных (операция, обратная загрузке) возможен в различных типах форматов, в зависимости от версии системы. В список параметров для экспорта включены все параметры текущей рейсовой базы данных. Необходимо отметить в списке те из них, которые требуется экспорттировать. Экспорт осуществляется только для активных станций базы.

The screenshot shows a software window titled 'Browse' with a table of data. The table has columns labeled: Date, Time, Pressure, Depth, Temperature, Salinity, Ptot. temperature, Density, Ptot. density, DO-W, PO4, pH, and NO2. There are six rows of data. A context menu is open on the right side of the table, listing the same parameters as the columns. The menu items are: Pressure, Depth, Temperature, Salinity, Ptot. temperature, Density, Ptot. density, DO-W, PO4, pH, and NO2.

Рис. 4. Окно просмотра информации о станциях.

Комплексный запрос.

Одним из основных достоинств CruBase является возможность осуществления сложных многопараметрических выборок данных для различных комбинаций условий и параметров. Формирование задания на выборку осуществляется с помощью комплексного запроса. Его параметрами являются:

- выходные параметры;
- ведущий параметр;
- диапазона его изменения;
- направления поиска;
- шаг выдачи результатов;
- опции выборки.

Выборка данных производится для всех активных станций базы. Запись результатов выборки в выходной файл производится погоризонтно (по уровням ведущего параметра из заданного диапазона с заданным шагом), то есть каждому горизонту (уровню ведущего параметра) в выходном файле соответствует строка с набором значений выходных параметров. Если по каким либо причинам невозможно определить значение выходного параметра (например, не было измерений на такой глубине), то ему присваивается условное значение отсутствия данных.

Рассмотрим подробно процесс формирования задания на выборку. Ведущий параметр – это тот параметр, по значениям которого будет производиться поиск выходных параметров. Выборка выходных параметров будет осущес-

твляться для значений ведущего параметра из диапазона его изменения. Если установить границы диапазона одинаковыми, получим выборку типа «сечение», например: температура на глубине 30м, соленость на изотерме 15°, кислород при плотности 14, глубина залегания изотермы 8° для всех активных станций базы. Если в список выходных параметров включить координаты станций, то полученные файлы можно использовать для построения карт.

В комплексный запрос заложены широкие возможности для формирования условий выборки. Можно изменить направление поиска, если ведущим является параметр, распределение которого в водной толще имеет экстремум. Так, например, воды Черного моря имеют холодный промежуточный слой (ХПС), температура в котором достигает минимума, а потом увеличивается с глубиной. Меняя направление поиска, можно получить, соответственно, глубину залегания верхней и нижней изотерм 8°.

Если в качестве ведущего используется глубина или гидрологический параметр и задан диапазон его изменения, то выдача результатов в этом диапазоне может производиться с шагом 1 или 5 единиц измерения, или реальный шаг измерений ведущего параметра.

Если используется опция интерполяции, то разрешена линейная интерполяция выбираемых (выходных) параметров на уровнях ведущего параметра. Так, даже при отсутствии измерений на какой-либо глубине (плотности, значения концентрации кислорода и т.д.) можно получить значения выходных параметров на ней, если в базе данных присутствуют измерения на близлежащих горизонтах (уровнях плотности, концентрации кислорода и т.д.).

Опция полного набора параметров позволяет включить в выходной файл только те строки выборки, в которых значения всех выходных параметров найдены и определены.

Опция «первое значение» имеет смысл, если ведущим является (не гидрологический) параметр с экстремумами. Вариации параметра могут быть таковы, что одно и то же его значение встретится на различных горизонтах. Если опция помечена, то выборка данных будет произведена только на первом встреченном горизонте с заданной величиной ведущего параметра, в противном случае – на всех таких горизонтах.

Опция «любой химический» используется для выборок химических параметров из многопараметрических баз данных. Необходимость такой опции вызвана следующими соображениями: в морских исследованиях шаг измерения гидрологических параметров со-

ставляет 1м, и количество горизонтов, соответственно, несколько сотен или тысяч, тогда как химические пробы отбираются всего на 10-20 горизонтах. Включенная опция позволяет осуществлять выборку химических параметров на горизонтах их отбора без пропусков.

С помощью опции «дубликаты» устанавливается режим включения в выборку дубликатов - повторных измерений параметра на одном и том же горизонте.

При включенной опции «постанционно» выдача результатов выборки для каждой станции будет производиться в отдельный. Имя файла будет сформировано из номера станции и номера зондирования, например 1022-2.DAT.

Если в сформированном задании на выборку CruBase обнаружит противоречия (например, нижняя граница больше верхней), на экран будет выдано соответствующее сообщение. В дальнейшем результаты выборки можно сохранить в виде файла либо распечатать.

Выборка данных на разрезах.

Одним из типичных запросов к океанологическим базам данных является выборка данных для построения океанографических разрезов. В CruBase для этой цели используется специальная процедура. Пользователь предварительно должен оставить активными только те станции, которые входят в разрез. Затем необходимо сформировать задание на выборку, оставив параметры, которые должны быть включены в выборку, и задать диапазон глубин. В дальнейшем результаты можно сохранить в виде файла либо распечатать. Каждая строка отчета содержит величину расстояния от первой станции разреза до данной станции (которой соответствует строка) и значения глубины и выбранных параметров для каждого горизонта из заданного диапазона. Первой считается та станция, с которой начинается список станций разреза. Для нее величина расстояния будет равна 0.

Расчет динамических высот.

В CruBase включена стандартизованная процедура расчета динамических высот. В ней используются следующие параметры: значение глубины отсчетной поверхности; значения уровней для расчета рельефа динамической поверхности. В Черноморских версиях системы по умолчанию заданы значения, характерные для Черного моря, поэтому пользователю требуется лишь указать имя файла для вывода. Для каждой активной станции с глубиной зондирования большей, чем глубина отсчетной

поверхности, рассчитываются динамические высоты (в динамических сантиметрах) для заданных уровней и записываются в выходной файл. Каждая строка выходного файла содержит номер и координаты станции и значения динамических высот для заданных уровней.

Расчет холодозапаса.

В CruBase включена стандартизованная процедура для расчета параметров холодного промежуточного слоя (ХПС) в Черном море, таких как величина холодозапаса, средняя температура, глубина минимума температуры и т.п. (ХПС - это слой воды в зоне минимума температуры, заключенный между изотермами 8°).

Под холодозапасом ХПС на данной станции понимается площадь фигуры, ограниченной между кривой температуры и линией 8°C в зоне ХПС. Площадь рассчитывается по методу трапеций, поэтому при малом количестве уровней (горизонтов) с измерениями в этой зоне погрешность расчета будет велика. Установливая пороговое значение минимального количества уровней в зоне ХПС, пользователь получает возможность исключить из расчета те станции, где погрешность может быть велика.

В выходном файле для каждой станции с ХПС, на которой возможен расчет холодозапаса, формируется строка со следующей информацией: номер станции, долгота, широта, глубина верхнего уровня 8°C, глубина нижнего уровня 8°C, минимальная температура в зоне ХПС, глубина уровня с Tmin, величина холодозапаса, средняя интегральная температура, средняя температура, количество уровней, участвовавших в расчете. Последние строки выходного файла содержат статистику по всему массиву обработанных станций - среднее значение и среднеквадратичное отклонение для всех расчетных величин. В дальнейшем результаты можно сохранить в виде файла либо распечатать.

Просмотр графиков.

CruBase предоставляет пользователю возможность просмотра на экране монитора графиков табличных зависимостей величины одного (или двух) параметров (ось X) от другого (ось Y). Графики строятся только для тех активных станций и по тем точкам, где были измерения выбранных параметров (X и Y).

Окно отображения графиков имеет встроенный дизайнер. Он позволяет настраивать изображение и осуществлять подготовку графиков для печати.

Помимо работы с данными, CruBase предоставляет пользователю возможность получить краткую информацию о рейсе и о приборах и методах измерений. Также можно получить справку об измерениях на конкретной станции и о содержимом загруженной рейсовой базы данных.

Предыдущие версии CruBase широко использовались в МГИ НАНУ, а также в целом ряде крупных международных проектов, например, в проектах CoMSBlack (IOC), NATO TU-Black Sea, BSEP GEF и других. Они получили высокую оценку пользователей из разных стран. Новая версия CruBase имеет более современный интерфейс и ряд дополнительных возможностей, удобнее в работе, и, несомненно, получит еще более широкое распространение.

Данная работа была частично поддержана грантом INTAS-Ukraine UA-9580 «Dissemination of data on environmental characteristics using innovative electronic (CD-

ROM) data management; Tools for protection of iodiversity in the endangered areas of the World's Tropical Ocean».

Литература

1. Владимиров В.Л., Мирошниченко В.В., Цыганок В.В. Банк данных 53а рейса НИС "Михаил Ломоносов". - В сб. Гидрофизические и гидрохимические исследования Черного моря. Севастополь: МГИ АНУ, 1992, с.103-108.
2. Vladimirov V.L., Miroshnichenko V.V. Multipurpose database management systems for the marine environmental research. - In: Nilgun B. Harmancioglu, M. Necdet Alpaslan, Sevinc D. Ozgul and Vijay P. Singh (Eds.), Integrated Approach to Environmental Data Management Systems. Proceedings of the NATO ARW. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997, pp. 355-364.