

# 30 ЛЕТ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЕ В КАЦИВЕЛИ – ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 551.46 + 681.3

В.А.Иванов\*, В.В.Долотов\*, С.И.Казаков\*\*,  
А.С.Кузнецов\*\*

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

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

## РАЗВИТИЕ СУБРЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАУЧНОГО ЦЕНТРА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАН УКРАИНЫ НА БАЗЕ ЧЕРНОМОРСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОЛИГОНА «КАЦИВЕЛИ»

Показаны перспективы развития ресурсно-ориентированной субрегиональной информационно-аналитической системы морских акваторий южного Крыма на основе комплексных исследований в рамках Научного центра междисциплинарных исследований НАН Украины на Черноморском экспериментальном полигоне «Кацивели».

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** морская наблюдательная система, уровень моря, стационарная океанографическая платформа, междисциплинарные исследования, субрегиональный информационно-аналитический центр.

На современном этапе развития цивилизации Мировое сообщество целенаправленно осуществляет ряд неотложных проектов в отрасли знаний науки о Земле, которые ориентированы на существенное пополнение и уточнение знаний о физическом состоянии окружающей природной среды в сложной системе атмосфера – гидросфера – геосфера – биосфера и прогнозирования изменений в задачах глобальной экологии. Прибрежные зоны морей и океанов в этих проектах выделены в особые энергетически насыщенные и динамически активные зоны. Знания о динамике вод и процессах водообмена на Черноморском шельфе, потоках вещества и энергии в сложной системе позволяют существенно продвинуть разработку научных основ сбалансированного использования природных ресурсов, защиту и реабилитацию нарушенных экосистем прибрежного экотона суши и моря, обеспечить подготовку и принятие обоснованных административных, технических и правовых решений в системе государственного управления приморскими территориями южного берега Крыма.

Схема Черноморского экспериментального полигона «Кацивели» в зоне сопряжения суши Крымского п-ова и северной части Черного моря у мыса Кикинеиз представлена на рис.1. Стационарная морская наблюдательная система локализована в прибрежной зоне возле мыса как на суше (площадь

© В.А.Иванов, В.В.Долотов, С.И.Казаков, А.С.Кузнецов, 2010

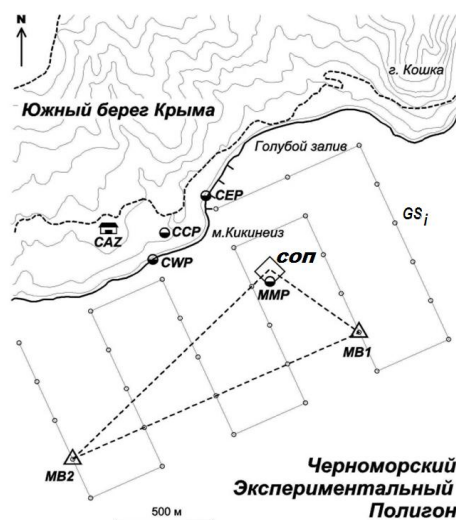


Рис. 1. Схема Черноморского экспериментального полигона с технической сетью морской наблюдательной системы и стационарной океанографической платформой (СОП).

~ 14 га), так и в море (режимный район № 197 акватории размерами ~ 1,0 × 1,5 км вдоль южного побережья Крыма), включая стационарную океанографическую платформу (СОП). На океанологическом полигоне на постоянной основе проводятся исследования физико-климатического и экологического состояния природной среды, потоков переноса вещества и энергии.

Определена базовая структура субрегиональной морской наблюдательной системы Экспериментального отделения Морского гидрофизического института НАН Украины (ЭО МГИ) [1] и сформулирована концепция устойчивого развития ее локально распределенной технической сети [2]. Уникальный набор натурных данных и развитая информационно-технологическая инфраструктура мониторинга позво-

лили приступить к созданию ресурсно-ориентированной информационно-аналитической системы морских акваторий южного Крыма. В состав субрегионального морского центра входят центральная рабочая станция с набором приемо-передающих модулей для доступа по кабельным, телефонным и радиоволновым линиям связи к распределенной технической сети измерительных комплексов, а также набор специализированных станций приема, обработки, накопления гидрометеорологической и океанографической информации с доступом через локальные сети к оперативным возможностям обмена информацией через глобальную сеть Интернет и представления информационной продукции пользователям в распределенном интерактивном режиме. В базе данных информационно-аналитического центра (CAZ) осуществляется формирование и ведение информационных ресурсов морских метеорологических, гидрологических, океанографических и других природных условий прибрежной зоны северной части Черного моря, которые поступают из центрального гидрометеорологического поста (CCP), западного берегового поста (CWP), восточного берегового поста (CEP), морского метеорологического пункта (MMP) на стационарной океанографической платформе (СОП), пространственных измерительных антенн судовых океанографических (GS<sub>i</sub>) и буйковых (MB) станций, обозначенных на рис.1 соответственно.

#### **Научный центр междисциплинарных исследований НАН Украины.**

На основании решения координационного совета при Президенте НАН Украины академике Б.Е.Патоне по представлению Отделения наук о Земле НАН Украины в январе 2010 г. в пгт.Кацивели (г.Ялта) был создан Научный центр междисциплинарных исследований (НЦМИ) НАН Украины на основе коллективного использования базы ЭО МГИ в зоне интенсивной геодинамики, рекреации, промысла и основных коммуникационных коридоров Ук-

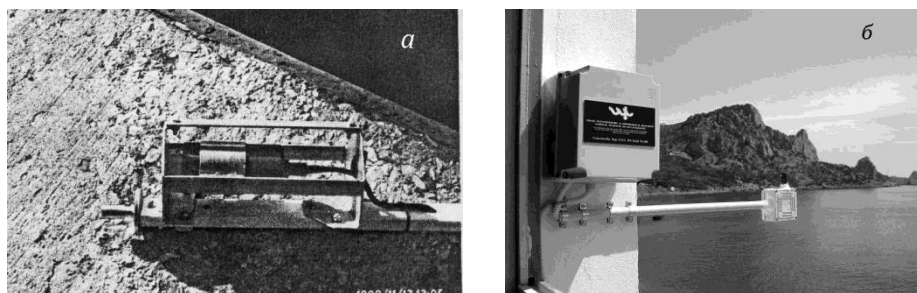
раины вдоль южного побережья Крыма.

НЦМИ создан с целью обеспечения тесной кооперации профильных институтов НАН Украины в области наук о Земле и современных информационных технологий контроля состояния и динамики природной среды и биоты, объединения их научно-технического потенциала, финансового и организационного ресурсов с целью поддержания инфраструктурных комплексов Черноморского экспериментально полигона в надлежащем техническом состоянии. НЦМИ является центром коллективного использования систем наблюдений окружающей среды в прибрежной зоне суши и моря у мыса Кикинеиз, в том числе стационарной океанографической платформы, маломерного научно-исследовательского флота, регионального морского научно-информационного центра ЭО МГИ, а также специализированного научного оборудования, предоставляемого другими участниками. НЦМИ реализует комплексные междисциплинарные исследования, модернизацию и развитие систем мониторинга, а также оказывает технические, организационные и консультативные услуги для проведения заинтересованными научными учреждениями собственных натурных научно-исследовательских экспедиций на Черноморском экспериментальном полигоне «Кацивели».

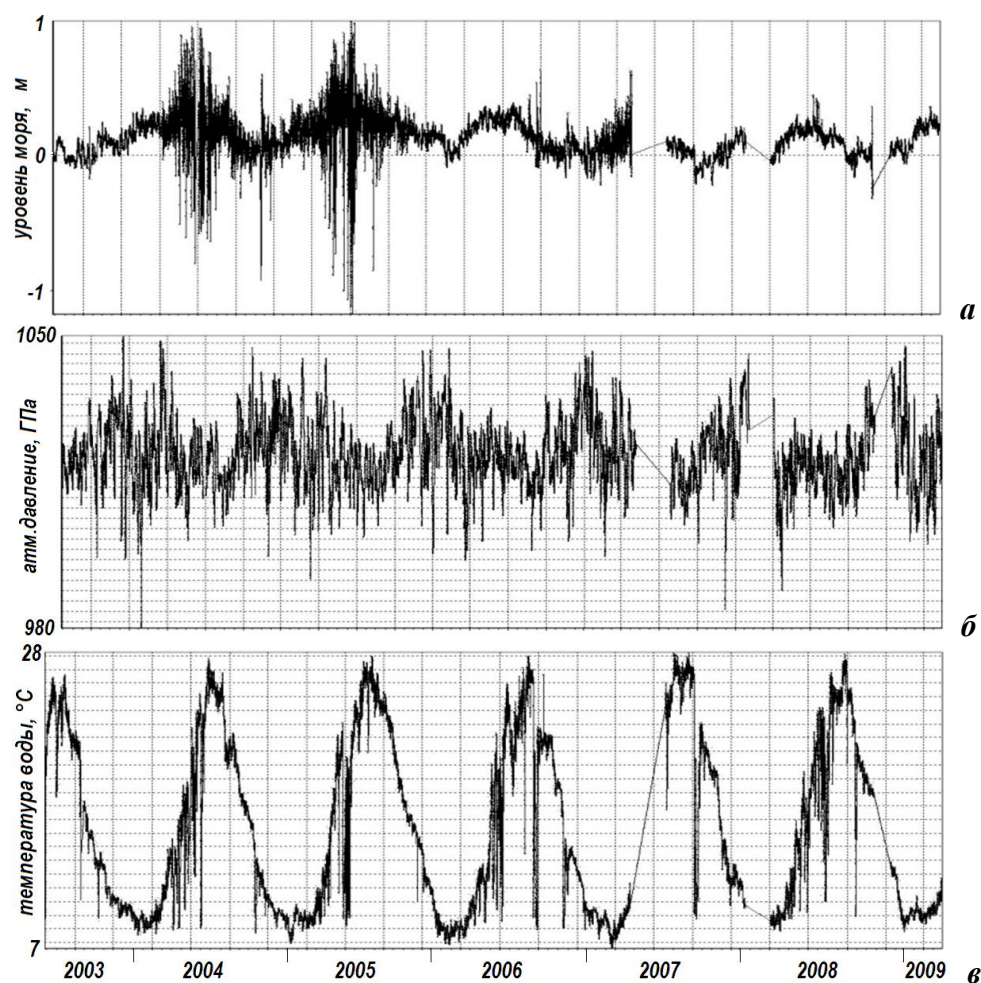
**Модернизация сетевого оборудования морской наблюдательной системы.** В практику натурного эксперимента внедрены новые информационные технологии контроля состояния и динамики морских природных условий с целью развития инфраструктуры субрегионального информационно-аналитического центра и базы оперативной океанографии. Модернизация сетевого оборудования и установка *MedGLOSS* станции уровня моря нового поколения способствовала внедрению европейских стандартов в национальной системе геоэкологического мониторинга.

Современная автоматическая станция установлена при содействии *Israel Oceanographic and Limnological Research Ltd (IOLR, г.Хайфа)* в 2003 г. на причале восточного берегового поста (*СЕР* на рис.1) для мониторинга уровня Черного моря в составе европейской системы наблюдений *European Sea Level Service (ESEAS)* сети новых станций, предоставленных *CIESM*.

В состав оборудования станции входят: датчик подводного давления фирмы *Paroscientific Inc.* (рис.2, *а*); датчик атмосферного давления *Setra* (рис.2 *б*); устройство *Personal Navigator Garmin GPS II Plus* с дистанционной антенной для точной записи времени; специализированный стенд на ба-



Р и с . 2 . Общий вид подводного модуля (*а*), антенны *GPS* и датчика атмосферного давления (*б*).



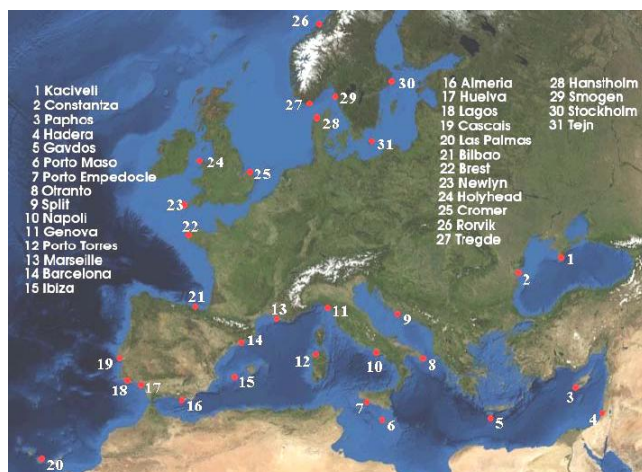
Р и с . 3 . Осредненные за час значения базы данных за 2003 – 2009 гг.: уровень моря (а); атмосферное давление (б); температура воды на горизонте 3 м (в).

зе персонального компьютера (*Pentium 4*); устройства подключения и коммутации электропитания.

Рабочая станция установлена в помещении эллинга, обеспечена телефонной линией связи для передачи накопленных и преобразованных данных на базовую станцию субрегионального информационно-аналитического центра ЭО МГИ.

При этом измеряются и вычисляются следующие параметры: каждые 2 мин – 3 значения атмосферного давления (*SETRA<sup>TM</sup>*); каждые 30 с – осредненное давление столба воды и температура воды; каждые 2 ч – серия измерений давления воды с интервалом 0,5 с в течение 17 мин; ежечасно рассчитываются осредненные значения уровня моря, атмосферного давления и температуры воды (рис.3).

Осредненные за час данные станции *Kaciveli (Ukraine)* ежечасно передаются через Интернет в координационный центр *MedGLOSS ESEAS-RI* в *IOLR* и в МГИ.



Р и с . 4 . Сеть NEAMTWS раннего обнаружения цунами.

в заданном режиме. Станция уровня моря *Kaciveli* (Ukraine) интегрирована в единую европейскую систему оповещения и раннего обнаружения катастрофических поверхностных волн в Средиземноморском бассейне и Северо-Восточной Атлантике проект *ICG/NEAMTWS* (рис.4). Потребность в данных *RT* уровня моря, в первую очередь, обусловлена необходимостью раннего обнаружения и оповещения развития волн цунами при дискретности между измерениями от 1 мин до 15 с. Данные поступают в региональные цунами центры предупреждения, которые в настоящее время находятся в стадии опытной эксплуатации. Создание такой европейской сети станций обусловлено тем, что указанный регион исторически занимает второе место в мире по частоте возникновения волн цунами. При этом следует отметить, что, согласно историческим данным, в Черноморском регионе за античный период и средние века произошло 7 катастрофических волн цунами с высотой до 3 м.

В новом режиме работы *MedGLOSS* станции атмосферное давление фиксируется каждые 15 с и используется в качестве постоянной величины в течение 15 с периода измерения давления воды. Температура морской воды измеряется каждые 20 мин. Каждую минуту создается новый файл данных, состоящий из 4 строк наблюдений с интервалом 15 с по григорианскому календарю и всемирному времени (*GMT*) в следующем формате: год (гггг), месяц (мм), день (дд), часы (чч), минуты (мм), секунды (сс); код станции (*Kaciveli*); усредненный в течение 15 с интервала уровень моря (м, 4 знака после запятой); атмосферное давление (мбар, 2 знака после запятой); температура морской воды (°C, 1 знак после запятой). Файл сохраняется с расширением *.txt* и немедленно отсылается на заданные *FTP*-сервера. Впоследствии из этих файлов формируются ежедневные файлы аналогичной структуры с расширением *.day*. Кроме того, данные с интервалом 15 с усредняются за каждые 6 мин и сохраняются с расширением *.hou* в виде почасовых файлов данных, где время указывается на момент начала их регистрации.

В качестве точного времени используется системное время, которое сверяется с атомными часами через сеть Интернет каждые 15 с.

В 2010 г. выполнена реорганизация и модернизация аппаратного и программного обеспечения работы *MedGLOSS*-станции. Новый аппаратно-программный комплекс создан для мониторинга уровня моря в режиме реального времени (*RT*), установлен в июне 2010 г. специалистами ЭО МГИ при поддержке *CIESM* и *IOLR* и функционирует

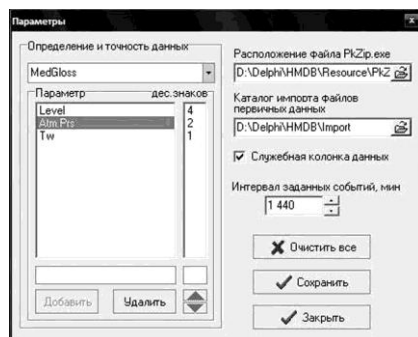
**Разработка информационно-аналитической системы.** В ЭО МГИ выполнена разработка программного обеспечения, которое позволяет предварительно подготавливать данные наблюдений к необходимому формату представления, осуществлять предварительный контроль и автоматически импортировать гидрометеорологическую и гидрологическую информацию в специально разработанную базу данных (БД) с обеспечением ее входного и выходного контроля при определенных возможностях анализа.

Отдельной, исключительно важной, задачей является сохранение исторических данных наблюдений, которые представлены в больших объемах на бумажных или других не электронных носителях. В обычной практике это требует рутинной работы по набивке табличной информации вручную, однако в ЭО МГИ разработана специальная программа (*Digitizing*), предназначенная для оцифровки бумажных диаграммных лент самописца уровня моря (СУМ) – мареографа. В большинстве случаев эта программа может использоваться для перевода графической информации в цифровую и для других приборов с графическим представлением информации. В основном это приборы предыдущих модификаций, однако, с их помощью получены огромные массивы информации, которые после оцифровки удастся сохранить в цифровом виде на магнитных носителях.

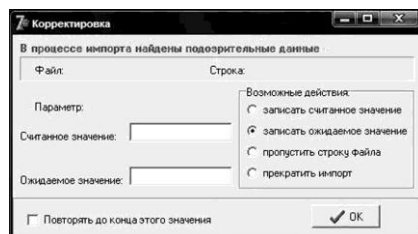
Требования, предъявляемые к базе данных:

- возможность сохранения нескольких видов данных, в частности результатов измерения уровня моря (данные поплавкового мареографа и новой *MedGLOSS* станции); различной гидрометеорологической информации; гидрологической информации; дополнительных параметров;
- поддержка для каждого вида данных двух категорий измерений – периодических (с интервалом несколько часов) и квазинепрерывных (с интервалом несколько минут);
- периодическая автоматическая проверка наличия новой информации с подключением ее к существующей базе данных и ведение архива «усвоенных» данных;
- обеспечение входного контроля данных с возможностью автоматической корректировки и записью нарушений и внесенных исправлений в журнал событий;
- ведение журнала событий с записями всех действий, выполненных БД в автоматическом режиме с фиксацией времени;
- автоматическое сохранение журнала событий за каждый день работы с архивированием по результатам месяца;
- обеспечение необходимых ревизионных и аналитических возможностей программы без прерывания работы основного сервиса.
- поддержка трех языков программного интерфейса – украинского, русского и английского;

*Структура и организация базы данных.* Программный комплекс БД состоит из исполняемого файла и ряда рабочих каталогов. Основной каталог "*Import*" содержит в своем составе подкаталоги, основным из которых является каталог импорта данных, используемый для записи загружаемых текстовых файлов данных. Остальные каталоги, создаются программой авто-



Р и с . 5 . Возможности настройки параметров БД.



Р и с . 6 . Возможности автоматической корректировки ошибок данных.

матически и предназначены, соответственно: "Data" – для хранения файлов базы данных; "Archives" – для сохранения архивных копий файлов, импортированных в базу данных; "Events" – для хранения отчетов о действиях программы (событиях).

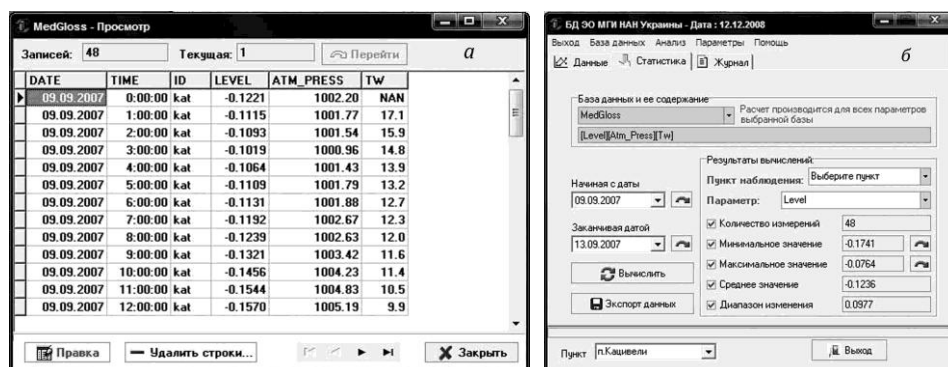
Меню программы представлено двумя основными позициями для каждой группы параметров: "База данных" и "Анализ", позволяющими, соответственно, просматривать и анализировать данные. Дополнительное меню "Параметры" позволяет определить рабочие каталоги программы, а также специальный перечень параметров БД с указанием количества десятичных знаков для представления каждого из них (рис.5) Одним из важных элементов интерфейса программы является окно текущего журнала событий для возможности контроля последних действий программы оператором. В этом окне отображаются события

за текущие сутки. Содержание журналов из архива можно вызвать на экран, используя соответствующую команду меню.

Основной задачей программы является организация и пополнение базы данных. Как было указано выше, заранее подготовленные файлы первичных наблюдений переносятся вручную в каталог импорта, содержание которого анализируется при каждом запуске программы, а также через заданный интервал времени. При наличии импортируемых данных программа начинает процесс их усвоения с внесением соответствующих записей в журнал событий.

Основным форматом хранения данных в БД является формат .db программы "Paradox", в соответствии с которым максимальное количество записей в файле БД составляет 2 млрд. Учитывая тот факт, что файлы первичных наблюдений могут содержать результаты измерений, записанные с интервалом 1 минута, общее количество измерений за год с одного измерительного комплекса составит 525600 ед. Таким образом, системные ресурсы БД имеют резерв более, чем на 3000 лет. Исходя из этого, было принято решение не разбивать файлы данных по годам, а организовывать единые файлы "Mareograph.db", "MedGloss.db" и другие для каждой группы параметров.

В процессе импорта БД выполняет первичный контроль данных на предмет наличия нереальных ошибочных значений. В случае обнаружения последних процесс импорта приостанавливается и пользователь информируется выдачей специального информационного сообщения (рис.6), в окне которого пользователь может выбрать необходимый вариант корректировки, например "записать ожидаемое значение", полезный для исправления ошибок в датах, времени измерений и т.п.



Р и с . 7 . Вывод данных в режиме просмотра (а) и статистики (б).

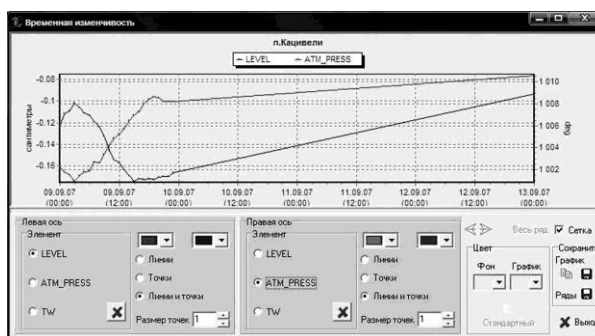
Все события системы имеют временной отсчет и подразделяются на "заданные" и "обязательные". Первые выполняются по истечении заданного интервала времени, который также указывается в настройках и по умолчанию составляет 1440 мин, т.е. 24 ч. "Обязательные" события выполняются при смене часов, суток и месяцев. К "заданным" событиям относится проверка наличия новых файлов первичных данных и, в случае их наличия – подключение к базе данных. "Обязательные" события предусматривают ежесуточное архивирование и обновление файлов журналов, а также ежемесячное архивирование файлов первичных данных.

*Файл журнала событий* записывается для каждой даты и состоит из строк, в каждой из которых записано время события и его характеристика. Журнал формируется автоматически и не подлежит редактированию. События текущих суток отображаются постоянно, более ранние журналы можно вызвать в отдельное окно.

*Работа с базой данных.* Импортированная база данных предоставляет три вида сервиса:

- просмотр содержимого базы с возможностью включения режима редактирования (рис.7, а);
- просмотр характеристик базы с элементами статистики (рис.7, б);
- графический анализ временных рядов (рис.8).

*Статистический анализ.* С целью быстрого получения информации о целостности базы данных в программе реализованы функции простейшего статистического анализа с выводом информации о количестве измерений, максимальном, минимальном и среднем значениях, а также диапазоне изменения за заданный период времени. При этом удобной является функция быстрого перехода к режиму просмотра и корректировки записи, со-



Р и с . 8 . Возможности графического анализа.

держат максимальное или минимальное значения параметра, что позволяет выполнять оперативную корректировку в случае наличия некорректных данных во входных (импортируемых) файлах.

Помимо функции анализа здесь же реализована возможность экспорта выбранных данных во внешний файл в текстовом формате.

*Анализ временных рядов.* Возможности анализа временных рядов реализованы на основе графического интерфейса и в настоящее время ограничены построением графиков временных серий имеющихся измерений. Однако данная функция реализована на высоком уровне, что позволяет выводить распределения одновременно двух выбранных параметров с оцифровкой по двум вертикальным осям (рис.8).

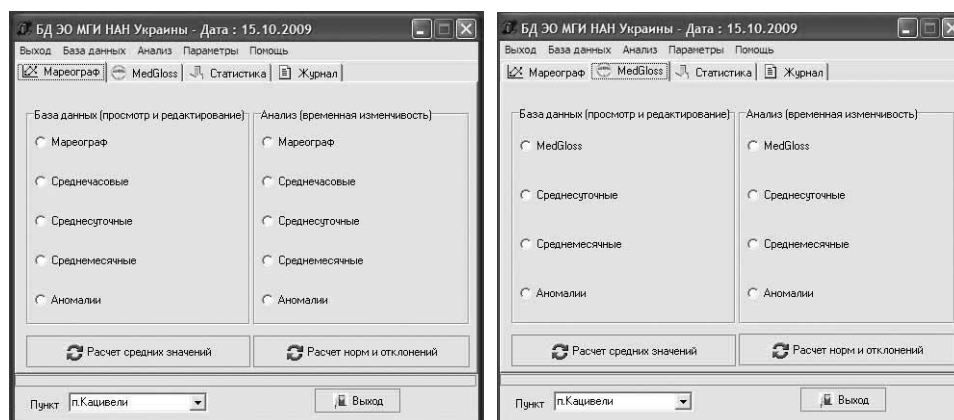
Дополнительными возможностями предусматривается изменение параметров каждого графика, включая размер и цвет точек, а также цвет и толщину линий, настройка масштабов осей, а также увеличение выбранного участка графика. Возможно также наложение сетки, изменение цветов подложки, сохранение графика в различных вариантах, а также экспорта отображаемого ряда данных.

*Расчет аномалий.* В дополнение к описанной выше функциональности, реализованной на первом этапе разработки, впоследствии были разработаны алгоритмы расчета и анализа аномальных величин. Расчет аномалий производится с использованием среднемесячных данных за каждый месяц и нормализованных данных за расчетный месяц и представляет собой разность между этими двумя значениями. При этом учитываются возможные пропуски измеренных значений, возникающие в процессе отбраковки результатов или технических сбоев при регистрации того или иного измеряемого параметра. Также имеется возможность указать временной интервал для вычисления норм распределения, что может быть удобно при наличии разрывов временных рядов.

Поставленной задачей определялось, что осреднение должно выполняться автоматически, а также по запросу пользователя и генерировать следующие величины:

- для данных *MedGLOSS*: среднесуточные, среднемесячные, а в будущем, вероятно, и среднегодовые значения;
- для данных поплавкового мареографа: среднечасовые, среднесуточные и среднемесячные значения, также с перспективой – среднегодовые.

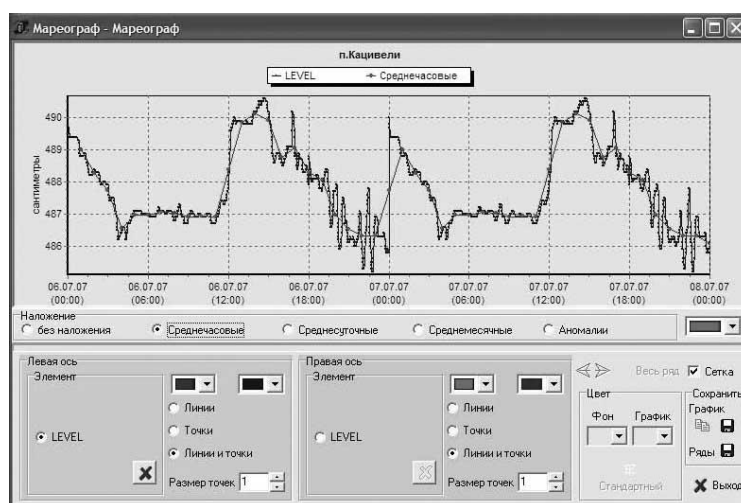
Пользователь должен иметь возможность просматривать весь спектр данных в табличном представлении, а также в виде временного графика. Указанная задача потребовала реорганизации главного меню программы, а также элементов, расположенных на рабочем поле. В связи с двукратным возрастанием количества последних (для вызова данных в виде таблицы и графика), а также, предвидя возможность интегрирования в БД новых видов измерений, было принято решение распределить данные по отдельным визуальным вкладкам в соответствии с видами измерений. С этой целью существовавшая ранее единая вкладка "Данные" в настоящее время заменена на две: "Мареограф" и "*MedGLOSS*" (рис.9).



Р и с . 9 . Внешнее представление вкладок оперирования данными.

Как видно из рисунка, набор управляющих элементов двух вкладок несколько отличается, что вызвано различным периодом измерений соответствующих величин. При этом представленные на вкладках элементы генерируются и отображаются автоматически по мере появления данных в БД. Дальнейшее развитие БД состояло в разработке модуля расчета отклонений, основанного на наличии осредненных величин. При этом рассчитываются "нормализованные" среднемесячные величины, с использованием которых в дальнейшем вычисляются отклонения от полученных норм.

В процессе расчетов генерируются дополнительные файлы осредненных данных. Эти файлы имеют ту же структуру, что и файлы первичных данных, при этом формальные данные, такие как время измерения для среднесуточных величин или время и дата измерений для среднемесячных – заполняются значением "01", которое в дальнейшем не используется и необходимо лишь для сохранения формата и обеспечения вывода в табличной и графической форме.



Р и с . 10 . Пример наложения осредненных величин на ряд измеренных данных.

В связи с организацией в БД осредненных данных появляется возможность наложения последних на динамику распределения измеренных значений. С этой целью в модуль построения графиков временных трендов были добавлены специализированные инструменты (рис.10), позволяющие отобразить на имеющемся графике кривые осреднения, а также ряд среднемесячных аномалий.

**Перспективы развития ресурсно-ориентированной субрегиональной информационно-аналитической системы в интересах НЦМИ НАН Украины.** В соответствии утвержденному «Положению о научном центре междисциплинарных исследований НАН Украины на основе коллективного использования ЭО МГИ НАНУ» с учетом имеющегося многолетнего опыта совместных комплексных исследований были сформированы перспективные направления междисциплинарных исследований и развития субрегиональной ресурсно-ориентированной базы данных с учетом современных тенденций, в том числе:

*Совместные работы по научным планам МГИ и ЭО МГИ* в полном объеме в соответствии с утвержденной тематикой при перманентном развитии и стандартизации субрегиональной базы данных.

*Совместные междисциплинарные исследования МГИ, ЭО МГИ, Института геохимии, минералогии и рудообразования им. М.П. Семененко (ИГМР) НАНУ, Института биологии южных морей им. О.О. Ковалевского (ИнБЮМ) НАНУ и Института геологических наук (ИГН) НАНУ* с целью изучения современного состояния цикла углерода, как основополагающего цикла окружающей среды, а также прогноза возможных изменений потоков углерода в морской среде и на ее границах с атмосферой и донными осадками для оценки влияния антропогенной нагрузки и изменений климата на рекреационные и биопродукционные характеристики морской среды, а также на ее способность поглощать из атмосферы углекислый газ, продуцируемый в результате сжигания ископаемого топлива, включая:

- организацию системы долговременного мониторинга состояния цикла углерода и потоков углекислого газа по наблюдениям на стационарной океанографической платформе, включая непрерывные измерения метеорологических, гидрофизических и гидрохимических характеристик морской среды и приповерхностного слоя атмосферы, а также регулярный отбор проб для геохимических и биологических анализов;

- модернизацию и расширение возможности региональной информационно-аналитической системы в интересах НЦМИ при решении проблемы с учетом современных требований к системе передачи, хранения, обработки и представления результатов наблюдений;

- выполнение систематических исследований цикла углерода на основе междисциплинарных исследований с использованием аппаратных возможностей современного научного оборудования участников центра коллективного пользования, включая оценку потоков углекислого газа на границе раздела «вода-воздух», оценку состояния карбонатной системы морской воды с использованием анализаторов неорганического углерода, оценку интенсивности и направления фракционирования изотопов углерода при

протекании процессов обмена и трансформации углерода, оценка характеристик образующихся твердых карбонатов с использованием возможностей современной микроскопии, оценку интенсивности трансформации неорганических и органических форм углерода с использованием современных биологических методов;

- оценку современного состояния цикла углерода в морской среде, возможных изменений интенсивности процессов трансформации углерода под влиянием антропогенной нагрузки и изменений климата для прогнозирования возможных изменений цикла углерода морской среды в будущем.

*Совместные исследования ИГН, МГИ и ЭО МГИ с целью создания системы наблюдений за состоянием и изменчивостью природных условий на Черноморском экспериментальном полигоне в зоне стыка «суходол-море» для оперативного контроля и предупреждения негативных изменений, включая комплексные исследований прибрежной части акватории с целью усовершенствования поисковых и экологических критериев, включая:*

- мониторинг седиментационных процессов в прибрежной зоне на Черноморском экспериментальном полигоне и стационарной океанографической платформе [3 – 5], изучение путей поступления осадочного материала и техногенной составляющей с оловым стоком, речным стоком с субмаринной составляющей;

- изучение литодинамических процессов в Кацивелийском каньоне;

- геоэкологические и ландшафтные исследования по данным спутниковых радиолокационных съемок высокого разрешения в пограничной зоне «суша-море» южного побережья Крыма с использованием современных методов радиолокационного зондирования: альтиметрия, интерферометрия, поляриметрия, скатерометрия и метод гравиметрической томографии.

*Совместные исследования Научно центра аэрокосмических исследований Земли (ЦАКИЗ) ИГН НАНУ, МГИ и ЭО МГИ с целью создания научно обоснованной системы наблюдений за экосистемами локального уровня с использованием многоспектральных космических снимков высокого/среднего пространственного разрешения для получения информации относительно пространственного распределения и тенденций изменений биоразнообразия региона, включая:*

- развитие и стандартизацию полигона междисциплинарных исследований «Кацивели» для геоэкологического мониторинга в составе системы стационарных морских и наземных опорных подспутниковых полигонов Украины, гармонизацию методов и результатов исследований в соответствии с существующими требованиями и мировыми аналогами [6, 7];

- исследование пространственного распределения и состояния экосистем западной части южного побережья Крыма на полигоне междисциплинарных исследований «Кацивели», определение тенденций и динамики их изменений для понимания роли естественных сукцессий и влияния антропогенных воздействий;

- проведение измерений спектральных оптических характеристик природных образований и искусственных объектов на полигоне *in-situ* при помощи полевого цифрового спектрорадиометра *FieldSpecR3*, интеграция

данных, полученных методом *in situ* и дистанционно, разработка требований к этим данным;

– международную интеграцию в процессы разработки Сети наблюдений за биоразнообразием в рамках реализации плана по созданию глобальной системы наблюдений Земли (GEOSS).

*Совместные исследования Научно инженерного центра радиогидрогео-экологических полигонных исследований (НИЦ РПИ) НАНУ, МГИ и ЭО МГИ с целью разработки системы мониторинга состояния морских берегов Крыма для обеспечения рационального природопользования прибрежными морскими акваториями Украины на базе полигона междисциплинарных исследований «Кацивели» в зоне сопряжения суши и моря, включая:*

– проведение полевых наблюдений проявлений опасных геодинамических процессов [8] в пределах сухопутной территории полигона (селей; оползней, обвалов, абразии), а также влияния локальных техногенных нагрузок (дорог, береговых сооружений) на устойчивость берега и смыв пород в море;

– изучение геологической структуры сухопутной территории полигона с помощью георадарного комплекса SIR-3000 с целью дальнейшего прогнозирования возможных опасных нарушений равновесия прибрежной геоэкологической среды под действием природных и антропогенных факторов.

*Совместные исследования Института геофизики (ИГ) им. С.И. Субботина, Отдела сейсмологии (ОС) ИГ и ЭО МГИ с целью проведения режимных сейсмологических наблюдений для изучения региональной сейсмичности современной геодинамической активизации тектонических структур Крымского региона и исследований параметров сейсмической опасности для нужд сейсмостойкого проектирования и строительства, включая:*

– проведение инструментальных сейсмологических наблюдений на территории полигона междисциплинарных исследований «Кацивели» для определения уровня помех и выбора места для организации стационарного пункта сейсмологических наблюдений;

– составление рабочего проекта пункта стационарных сейсмологических наблюдений в ЭО МГИ, организация телеметрической передачи данных в Крымский региональный (г.Симферополь) и Национальный (г.Киев) центры;

– оборудование пункта стационарных сейсмологических наблюдений и проведение мероприятий по обслуживанию, ремонту и проведению профилактических мероприятий установленной сейсмологической аппаратуры, включение пункта стационарных наблюдений в состав службы сейсмологического мониторинга Крымско-Черноморского региона.

*Совместные междисциплинарные исследования Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института (УкрНИГМИ), Морского отделения (МО) УкрНИГМИ, Института коллоидной химии и химии воды НАНУ, МГИ и ЭО МГИ с целью исследования структуры и химического состава атмосферных выпадений над морем в условиях низкого уровня антропогенного воздействия, характерных для открытого моря у южного побережья Крыма на базе стационарной океанографической платформы Черноморского экспериментального полигона, включая:*

– внедрение системы отбора проб атмосферных осадков для определения различных групп и классов химических элементов и веществ;

- внедрение системы отбора проб аэрозолей приземного и приподнятого слоя атмосферы для определения их размерного и химического состава;
- систематический отбор и лабораторный химический анализ проб морской воды и донных отложений;
- оценка поступления, трансформации и аккумуляции химических веществ в системе «атмосфера – вода – взвешенные вещества – донные отложения» прибрежной зоны Черного моря у южного побережья Крыма.

*Совместные исследования МГИ, ЭО МГИ, Акустического института им. Н.Н. Андреева (АКИН) РАН и Научно-технического центра панорамных акустических систем НАНУ с целью развития новых гидроакустических методов и создания на базе Черноморского экспериментального полигона системы дистанционного гидроакустического мониторинга для исследования динамических процессов в акватории северной части Черного моря [9, 10].*

**Выводы.** В ЭО МГИ разработана и введена в эксплуатацию субрегиональная информационно-аналитическая система, которая позволяет усваивать данные геоэкологического мониторинга окружающей природной среды, преобразовывать данные наблюдений к необходимому формату представления, осуществлять первичный контроль и автоматически импортировать гидрометеорологическую и гидрологическую информацию в специально разработанную базу данных с обеспечением ее входного и выходного контроля при возможности выборочного анализа. При функционировании Научного центра междисциплинарных исследований НАН Украины существенно увеличиваются объемы и виды регистрируемых данных. Структура базы данных имеет определенный информационный ресурс и позволяет оперативно усваивать и анализировать натурные данные, получаемые в рамках таких исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А.С., Куклин А.К., Шабалина О.А. Локальная техническая сеть морской наблюдательной системы у южного берега Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – вып.2(7). – С.60-65.
2. Иванов В.А., Кузнецов А.С. Технология контроля динамики прибрежных вод // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – вып.2(7). – С.41-48.
3. Наседкин Е.И., Кузнецов А.С., Цихоцкая Н.Н., Ключина А.К. Мониторинг сезонных изменений минерального состава взвешенного вещества // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – вып.12. – С.236-241.
4. Митропольський О.Ю., Наседкін Є.І., Степняк Ю.Д., Кузнецов О.С. Комплексний геоекологічний моніторинг шельфу – необхідна умова достовірної оцінки сучасного стану морських екосистем // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. – вып.13. – С.111-116.
5. Наседкін Є.І., Осокіна Н.П., Іванова Г.М., Кузнецов О.С. Сезонний розподіл пестицидів у завислій речовині Чорного моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – Киев: ЛОГОС, 2009. – № 1. – С.80-86.

6. Кузьмин А.В., Горячкин Ю.Н., Ермаков Д.М., Кузнецов А.С. и др. Морская гидрографическая платформа «Кацивели» как подспутниковый полигон на Черном море // Исследование Земли из космоса.– 2009.– № 1.– С.31-44.
7. Лялько В.И., Попов М.А., Иванов В.А., Кузнецов А.С. Перспективы развития морских и наземных стационарных опорных полигонов для геоэкологического мониторинга // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– вып.19.– С.19-35.
8. Шестопалов В.М., Иванов В.А., Богуславский С.Г. и др. Инженерно-геологические опасности береговой зоны Горного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.13.– С.43-61.
9. Иванов В.А., Сабинин К.Д., Кузнецов А.С. Перспективы развития системы дистанционного гидролого-акустического мониторинга Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001.– вып.3.– С.168-173.
10. Серебряный А.Н., Галыбин Н.Н., Иванов В.А., Кузнецов А.С. Вариации интенсивности обратного рассеяния звука в водной толще прибрежной зоны Черного моря (по наблюдениям со стационарной платформы) // Акустика океана. Докл. 12-й школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских.– М.: ГЕОС, 2009.– С.192-196.

Материал поступил в редакцию 22.10.2010 г.