

Г.К.Коротаев, А.И.Кубряков, Т.М.Баянкина,
Н.Н.Воронина, А.М.Иванчик, М.В.Иванчик, М.В.Крыль,
Н.Л.Мамчур, Ю.Б.Ратнер, А.Л.Холод, Н.В.Инюшина,
М.В.Мартынов, В.С.Барабанов, М.В.Шокуров

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь

ИТОГИ РАЗВИТИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЦЕНТРА МОРСКИХ ПРОГНОЗОВ МГИ НАН УКРАИНЫ В 2011 – 2013 гг.

Дается описание системы диагноза и прогноза Экспериментального центра морских прогнозов МГИ, которая прошла полную реконструкцию в ходе работ, выполненных по теме «Оперативный морской прогноз» МГИ НАН Украины в 2011 – 2013 гг.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *система диагноза и прогноза, передача данных, интерфейс, Черное море.*

Введение. Значительная часть населения Украины проживает в прибрежных районах Черного моря. Процессы в морской среде оказывают существенное влияние на жизнедеятельность человека в этих районах. При этом возникает целый ряд проблем, вызываемых как катастрофическими быстро протекающими природными процессами, так и конфликтами, обусловленными хозяйственным освоением морской среды, с одной стороны, и необходимостью ее охраны – с другой. В этих условиях существует насущная потребность в создании локальных центров морских прогнозов, обеспечивающих высокое пространственное и временное разрешение процессов, происходящих в морской среде. Результаты морских прогнозов, выдаваемых этими центрами, будут служить основой для принятия управленческих решений по обеспечению различных аспектов развития прибрежных районов и безопасного проживания населения, сосредоточенного в них.

Прототип подобной системы для различных районов Черного моря был создан в 2008 – 2010 гг., в рамках международного проекта Европейского союза *ЕСООР* [1]. Созданная система работала в интерактивном режиме. Прогноз выполнялся не для всей прибрежной акватории Черного моря, принадлежащей Украине. В качестве начальных и граничных условий для локальной прогностической системы использовались данные старой, ныне выведенной из эксплуатации системы бассейновых прогнозов, а новая система – *BS MFC*, разработанная в рамках проекта Европейского Союза *MyOcean* (<http://www.myocean.eu/>), коренным образом отличается от старой по составу передаваемых данных, их форматам и интерфейсам передачи информации. Отмеченные обстоятельства потребовали полной переработки ранее существовавшей системы. Эти работы были выполнены в Морском гидрофизическом институте НАН Украины по теме «Оперативный морской прогноз» в 2011 – 2013 гг. Целью настоящей статьи является краткое изло-

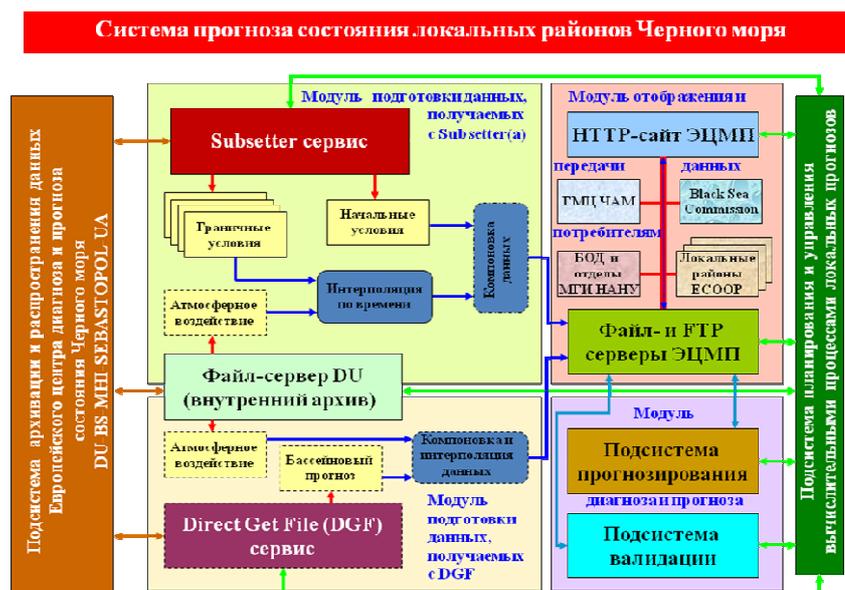
© Г.К.Коротаев, А.И.Кубряков, Т.М.Баянкина, Н.Н.Воронина,
А.М.Иванчик, М.В.Иванчик, М.В.Крыль, Н.Л.Мамчур, Ю.Б.Ратнер,
А.Л.Холод, Н.В.Инюшина, М.В.Мартынов, В.С.Барабанов,
М.В.Шокуров, 2013

жение полученных результатов. Здесь представлена новая архитектура системы, и дано краткое описание ее основных подсистем.

Архитектура системы. Архитектура новой версии системы представлена на рис.1. Ее сравнение с ранее существовавшей системой, рассмотренной в работе [1], показывает существенное отличие и усложнение архитектуры новой системы. Это диктуется тем, что новая система работает полностью в автоматическом режиме. Автоматизация работы системы выполнена с применением пакета программ *CalcMan* [2]. Исходные данные бассейнового прогноза, необходимые для задания начальных и граничных условий при выполнении локальных прогнозов, поступают через различные интерфейсы, которые обеспечивают максимальную скорость передачи нужной информации. В данных, поступающих из системы бассейновых прогнозов *BS MFC*, теперь не содержится информация по атмосферному форсингу, которая готовится и поставляется отдельно от гидрологических данных.

Действующая ныне конфигурация системы обеспечивает подготовку и передачу входных гидрологических данных и данных по атмосферному форсингу для выполнения прогнозов физических параметров – температуры и солености морской воды, скоростей течений и динамического уровня морской поверхности для пяти локальных районов Черного моря (Болгария, Грузия, Россия, Румыния, Украина) на трое суток, с горизонтальным пространственным разрешением 1 км. Разрешение по вертикали адаптировано к топографии морского дна для каждого района. Закачка входных данных обеспечивается с помощью модуля подготовки данных, получаемых с *SUBSETTER*-интерфейса, наиболее оптимального для этих условий работы.

Системой также осуществляется подготовка исходных данных, необходимых для работы функционирующей в МГИ, в исследовательской моде, системы *Black Sea TrackWEB*. Ее особенностью является необходимость



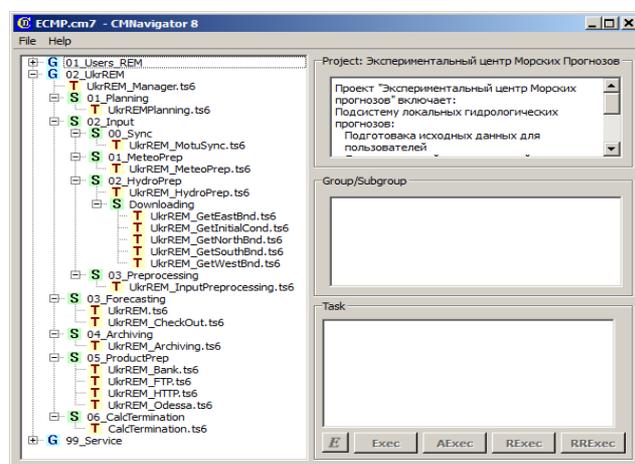
Р и с . 1 . Функциональная схема системы диагноза и прогноза ЭЦМП.

загрузки данных гидрологического прогноза для всей акватории Черного моря за весь срок прогноза. В этих условиях оптимальным является использование *DGF* интерфейса для загрузки необходимых входных данных из Международного центра морских прогнозов *BS MFC* [3], обеспечиваемого модулем подготовки данных, получаемых с *DGF* (рис.1).

При выполнении прогнозов разработанная система используется в Экспериментальном центре морских прогнозов (ЭЦМП) только для района, включающего экономическую зону Украины; для других районов прогноз выполняется в перечисленных причерноморских государствах, по исходным данным, получаемым из ЭЦМП, через *FTP*-серверы модуля отображения и передачи данных потребителям, показанного на рис.1. Каждый из перечисленных пользователей имеет свое индивидуальное имя и пароль, по которому он заходит на свой сервер и скачивает необходимые ему данные. Наиболее полно все введенные усовершенствования проявляются в подсистеме локальных морских прогнозов для Украины, где задействованы три из четырех модулей, показанных на функциональной схеме, приведенной на рис.1.

Подсистема выполнения локальных морских прогнозов для района, включающего экономическую зону Украины. При модернизации модулей и отдельных программ, необходимых для выполнения локальных прогнозов по району Черного моря, включающему экономическую зону Украины, были значительно увеличены его горизонтальные размеры. Была также существенно улучшена процедура расчета физических параметров, в районах непосредственно прилегающих к берегу и процедура учета поглощения коротковолновой солнечной радиации в морской воде [4]. За счет использования наиболее оптимального *SUBSETTER*-интерфейса было значительно сокращено время на передачу необходимых исходных гидрологических данных из Международного центра морских прогнозов. Структурная схема подсистемы управления вычислительным процессом гидрологического прогноза для экономической зоны Украины приведена на рис.2 в виде снимке интерфейса программы *CMNavigator* пакета программ *CalcMan* [2].

Работа подсистемы управляется заданиями, написанными на языке *CalcManPack* [2], которые выполняют требуемые операции подготовки инфраструктуры, манипуляции с файлами входных и выходных данных,



запуск программ, написанных на языках программирования *C++*, *R*, *PYTHON* и *FORTRAN*, входящих в состав модулей (рис.1).

Р и с . 2 . Подсистема управления вычислительным процессом гидрологического прогноза для района морской экономической зоны Украины

Задание – менеджер *UkrREM_Manager.ts6* управляет работой подсистемы, которое работает в циклическом режиме и по расписанию ежедневно последовательно запускает на выполнение другие необходимые задания, анализирует результаты их выполнения, автоматически ведет отдельные журналы выполнения заданий за каждый цикл работы.

Каждый цикл автоматической работы подсистемы (управление заданием *UkrREM_Manager.ts6*) включает следующие операции:

- вызывается задание *UkrREMPPlanning.ts6*, проводящее планирование текущего цикла вычислений и подготовку файлов, управляющих работой компонентов подсистемы;

- по наступлении времени старта подготовки данных вызывается задание *UkrREM_MotuSync.ts6*, которое инициирует запуск всех следующих заданий после поступления данных гидрологического прогноза текущего дня на *SUBSETTER* сервер системы *BS MFC*;

- вызывается задание *UkrREM_MeteoPrep.ts6*, выполняющее подготовку данных атмосферного форсинга;

- вызывается задание *UkrREM_HydroPrep.ts6*, которое проводит закачку гидрологических начальных и граничных гидрологических условий на весь период прогнозирования для экономической зоны Украины;

- вызывается задание *UkrREM_InputPreprocessing.ts6*, которое объединяет гидрологические начальные и граничные условия с данными атмосферного форсинга, необходимые для прогноза;

- вызывается задание *UkrREM.ts6*, которое запускает программу *RegModelUkr.exe*, выполняющую гидрологический прогноз и ожидает его завершения;

- вызывается задание *UkrREM_CheckOut.ts6*, которое проводит проверку результатов работы программы *RegModelUkr.exe*;

- вызывается задание *UkrREM_Bank.ts6*, которое архивирует в *zip*-файл необходимые данные и перемещает полученный файл на *FTP*-сервер для помещения в Банк данных МГИ НАН Украины;

- вызывается задание *UkrREM_FTP.ts6*, выполняющее подготовку и выгрузку данных для пользователей Украины на *FTP*-сервер;

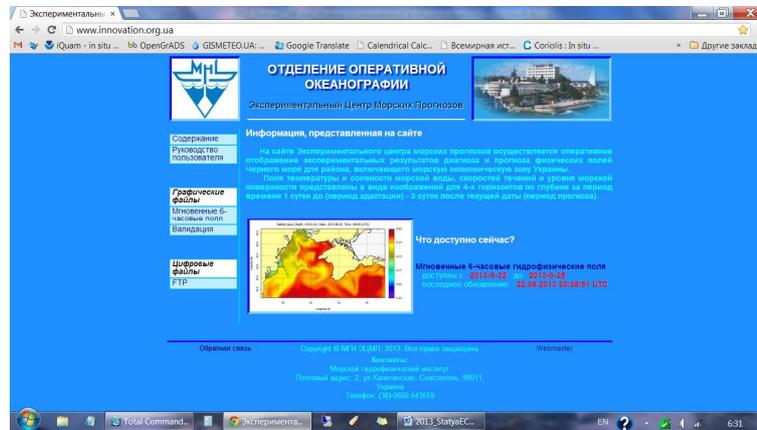
- вызывается задание *UkrREM_Odessa.ts6*, которое проводит подготовку данных и выгрузку на *FTP*-сервер данных для ГМЦ ЧАМ, для выполнения специалистами этой организации валидации модельных расчетов с использованием данных, получаемых УкрКомГидрометом.

- вызывается задание *UkrREM_HTTP.ts6*, выполняющее подготовку карт полей гидрологических параметров для горизонтов 0, 10, 50 и 100 м по глубине и их выгрузку на *HTTP* сайт ЭЦМП.

На этом выполнение текущего цикла обработки завершается.

Средства отображения и передачи данных потребителям Украины.

Доступ к данным локальных морских прогнозов для района, включающего экономическую зону Украины может, быть получен через созданный в ходе выполнения работ по теме “Оперативный морской прогноз», *HTTP*-сайт <http://www.innovation.org.ua/> (рис.3), на котором отображаются поля температуры и солености морской воды, скоростей течений на горизонтах 0, 10, 50 и 100 м и динамического уровня моря. Цифровая информация о величинах



Р и с . 3 . *HTTP*-сайт экспериментального центра морских прогнозов.

параметров для этих горизонтов может быть получена по ссылке «*FTP*», указанной на *HTTP*-сайте. Все интересующие вопросы пользователи могут отсылать по адресу, указанному в ссылке «Обратная связь».

Выводы. В результате выполненных работ проведена полная реконструкция системы локальных прогнозов ЭЦМП. В настоящее время система поддерживает выполнение всех функций и работает в режиме опытной эксплуатации для обеспечения валидации результатов прогнозов. Все заинтересованные организации и пользователи приглашаются к участию в оценке достоверности локальных морских прогнозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Korotaev G., Kubryakov A., Ratner Y., Dorofeyev V., Stefanescu S., Fomin V. Operational forecast of the Black Sea dynamics // Coastal to Global Operational Oceanography: Achievements and Challenges.– Proc. 5th Intern. Conf. on EuroGOOS. 20-22.05 2008, Exeter, UK.– Norkoping, Sweden, 2010.– P.177-183.
2. Kubryakov A.S., Korotaev G.K., Dorofeev V.L., Ratner Y.B., Palazov A., Valchev N., Malciu V., Matescu R., Oguz T. Black Sea coastal forecasting system // Ocean Sci.– 2012.– 8.– P.183-196. doi:10.5194/os-8-183-2012
3. Иванчик А.М., Иванчик М.В. Комп'ютерна програма "CalcMan – комплекс програм для управління процесом обчислень" // Свидетельство № 46521 о регистрации авторского права МГИ НАН Украины на компьютерную программу. – 2012.– 1 с.
4. Коротаев Г.К. и др. Архитектура и результаты работы Международного Черноморского центра морских прогнозов, созданного на базе МГИ НАН Украины в рамках проекта Европейского Союза "Мой Океан".

Материал поступил в редакцию 27.08.2013 г.

АНОТАЦІЯ Дається опис системи діагнозу і прогнозу Експериментального центру морських прогнозів МГІ, яка пройшла повну реконструкцію в ході робіт, виконаних за темою «Оперативний морської прогноз» МГІ НАН України в 2011 – 2013 рр.

ABSTRACT The forecasting system of the Experimental Marine Forecasting Center (EMFC) is presented which was completely reconstructed during the works carried out on the "Operational marine forecast" project MHI NASU in 2011 – 2013.