

Разработка специализированной  
информационно-вычислительной системы  
вариационной ассимиляции данных наблюдений в  
моделях гидротермодинамики океанов и морей

Гиниатулин Сергей Валерьевич, Заячковский Антон Олегович,  
Агошков Валерий Иванович

Выездной семинар-школа «Состояние и перспективы мониторинга  
Мирового океана и морей России по данным дистанционного  
зондирования и результатам математического моделирования»

# Введение

Решение и анализ задач геофизической термогидродинамики в акваториях Мирового океана с помощью ассимиляции данных наблюдений и с использованием современных информационных технологий и методов математического моделирования представляет собой перспективное направление исследования океана. Именно такого рода исследования являются одним из наиболее эффективных для решения важных прикладных задач мирового масштаба, связанных с обороной государства, управлением ресурсами океана, поиском и спасением людей, прогнозом погоды, экологией и т. д.

Данная работа является продолжением следующих работ:

- ФЦП «Мировой океан» от 17 января 1997 г. N 11 (РГ 97-18);
- Проект РФФИ 06-01-08055 ОФИ «Разработка информационно-вычислительной системы вариационной ассимиляции данных измерений для анализа сложных систем»;

# Назначение и цели создания Системы

Основным назначением Системы является анализ и решение сложных обратных задач и задач управления для нелинейных математических моделей геофизической гидротермодинамики, в которых помимо функций, описывающих состояние системы, «дополнительными» неизвестными могут быть функции начальных состояний, граничных условий и источников (если они известны с недостаточной точностью).

Основной областью применения разрабатываемой Системы является решение задач мониторинга и прогнозирования основных гидрофизических полей Мирового океана и отдельных его акваторий (океанов и морей) с использованием в качестве исходных данных информации, получаемой из базы данных «Мировой океан – ИВМ РАН».

## Требования к системе

Разрабатываемая система позволит получать и обрабатывать следующую информацию для отдельных акваторий Мирового океана и Мирового океана в целом: морские течения, термохалинную, соленосную и плотностную структуру вод, распределение основных гидрологических и специальных параметров. Система позволит давать краткосрочный (на 2 - 3 суток) и среднесрочный (5 - 7 дней) прогноз расчетных параметров. Программный продукт предоставляется клиенту в виде веб-формы для доступа к сервису через интернет. Вводя необходимые данные в веб-форму, пользователь получает конечный расчет в виде файлов/рисунков и т. д., что позволяет не требовать с пользователя никаких сторонних программных продуктов других производителей.

## Критические требования:

- клиент-серверная архитектура;
- веб-интерфейс;
- модульная структура;
- взаимодействие компонентов Системы на открытых и общепринятых протоколах;

## Важные требования:

- длительная непрерывная круглосуточная работа;
- корректная обработка аварийных ситуаций;
- доступ к справочной информации;
- масштабируемость;

## Требования к интерфейсу:

- способность работы в любых видах браузеров;
- результаты работы должны быть представлены в общепринятых форматах доступных для просмотра на любых компьютерах (данные в текстовом или бинарном формате, картинки и графики в форматах jpeg или png, печатная документация в формате pdf или текстовом формате);
- простота в использовании;
- поддержка различных языков (как минимум английского);
- возможность получить справку посредством технической документации.

## Примеры веб-интерфейса:

- <http://polar.ncsc.noaa.gov/ofs/>
- <http://www.metoffice.gov.uk/research/ncof/foam/browser.html>

# Уровни абстракции архитектуры Системы

Разработанная структура Системы:

- Логическая архитектура Системы (совокупность смысловых единиц Системы);
- Программная архитектура (совокупность процессов (программ), участвующих в Системе);
- Аппаратная структура (распределение процессов по ПК, она показывает, какой процесс на каком компьютере выполняется);

# Логическая архитектура Системы

Логическая архитектура – совокупность смысловых единиц системы, так называемые модули. Каждый модуль системы представляет собой автономный компонент, получающий на вход данные и управляющие параметры, и формирующий на выходе результат своей работы.

Логически система состоит из следующих модулей:

- Модуль математического моделирования;
- Модуль подготовки данных;
- Модуль представления результатов;
- Модуль управления вычислениями;
- Модуль администраторского/пользовательского интерфейса;
- СУБД;





Система имеет возможность наращивания функционала модулей и их количества.

## Аппаратная структура

Система состоит из трех компьютеров, объединенных в локальную сеть.

Сервер управления содержит модуль администраторского/пользовательского интерфейса, он имеет доступ к интернету.

Сервер вычислений содержит модуль подготовки данных, модуль математического моделирования, модуль представления результата. Модуль управления расположен распределенно на сервере вычислений и сервере управления.

Сервер баз данных содержит только СУБД.

# Программная архитектура

Исходя из логической архитектуры, предполагается следующая программная архитектура:

Модуль математического моделирования – это некий процесс-«черный ящик» с управляющими параметрами (точнее сказать, это совокупность модулей, здесь может происходить наращивание функционала модулей и их количества). Процесс получает на вход определенный файл, а другой файл записывает как результат своей работы.

Модуль подготовки данных получает необходимую информацию из базы данных и управляющую информацию для модуля математического моделирования, запускает процесс выполнения этого модуля и передает ему всю необходимую информацию. Сам модуль запускается модулем управления.

Модуль представления результатов получает информацию из модуля математического моделирования, сохраняет ее, может переводить ее в графический вид, может передавать накопленную информацию в модуль управления вычислениями. Запускается модулем управления.

Модуль управления вычислениями, как показывает название, является центральным связующим звеном системы. Данный модуль представляет распределенную программу, написанную с применением средств «.NET» на языке C#, он состоит из двух частей: хостовой и клиентской, каждая на своем компьютере. Он синхронизирует работу всего приложения, является основным процессом, ядром системы.

Модуль администраторского/пользовательского интерфейса является суть web-сайтом с настроенными политиками безопасности и разграничения доступа (например, IIS на Windows с web-сервисами).

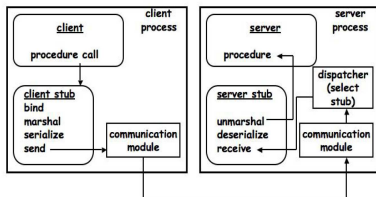
СУБД представляет собой SQL сервер с базой данных (например, MySQL).



## Межмодульное взаимодействие

Удалённый вызов процедур (от англ. Remote Procedure Call) – это класс технологий, позволяющих компьютерным программам вызывать процедуры в другом адресном пространстве.

Применение этой технологии позволяет различным клиентам использовать ресурсы одного сервера без особых затрат со своей стороны. Таким образом даже слабые процессоры смогут получать результаты трудоёмких задач, используя вычислительные мощности сервера.



# Интерфейс

Модуль администраторского/пользовательского интерфейса

Интерфейсом мы назовем процессы, отвечающие за любого типа взаимодействие пользователя и ИВС.

Для взаимодействия пользователя и Системы на сайт [www.adeq.inm.ras.ru](http://www.adeq.inm.ras.ru) встраиваются следующие ресурсы:

- страница приветствия с описанием Системы, справкой и авторизацией;
- страница выбора параметров расчета и его запуска;
- страница выбора параметров визуализации параметров расчета и его вывода;

# Заглавная страница веб-интерфейса

На этой странице пользователь может ознакомиться с принципом работы интерфейса и войти как зарегистрированный пользователь.

Исследовательский коллектив «Сопреженные уравнения и методы теории управления и нелинейных задачах математической физики»

IBC-IBM-RAN

Распределенная Информационно-вычислительная система Института вычислительной математики им. Г.И. Митлянского

IBC

Данная программа представляет собой тестовую версию интерфейса IBC, предназначенного для ввода начальных данных и удаленного проведения расчетов с помощью системы автоматизации данных вычислений, а также визуального просмотра полученных результатов.

Перед началом расчета вам необходимо ввести данные согласно схеме:

Шаг 1. Дата начала и окончания расчета

Шаг 2. Начальные условия

Шаг 3. Временные интервалы усвоения поверхностной температуры

После ввода требуемых данных нажмите кнопку «Запустить»

Для просмотра результатов нужно дождаться окончания расчета. Затем из списка выбрать график с интересующими данными и нажать кнопку «Вывод» для вывода профиля на экран. Далее вы увидите результат в окне браузера.

Для удаленного проведения расчетов необходимо авторизоваться в системе.

Зарегистрированный пользователь

Логин\*

Пароль

Войти

К списку графиков

страница описания Системы



# Страница расчетов

Зарегистрированный пользователь после этого попадает на страницу, где непосредственно вводятся параметры системы.

Теоретический коллектив «Сопряженные уравнения и методы Теории управления в нелинейных задачах математической физики»

Управление моделью

Результат

Общая информация

Несущие конструкции

Система трения

Публикации

Семплеры

ИВС

Самобразование

Прочитаны данные за период с 0 часов 1.1.2000 по 0 час(ов) 3.2.2000

Шаг 1\*

Введите дату окончания расчета по шаблону (час:день:месяц:год):

с 01 января 2000 по 01 января 2000

Шаг 2

Выберите инициальное состояние:

\*нулевое\* инициальное состояние

Шаг 3

Задите временные интервалы усвоения поверхностной температуры по шаблону (час:день:месяц:год):

С усвоением

Период усвоения

01 января 2000 по 01 января 2000

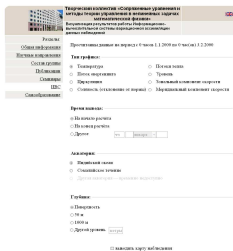
Запустить

Вывод результатов

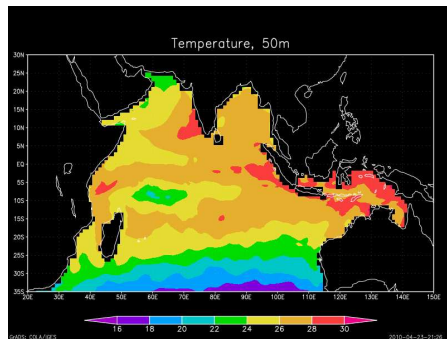
страница запуска расчета

# Визуализация результатов

После того как сервер закончит производить вычисления, пользователь сможет перейти на страницу визуализации данных.



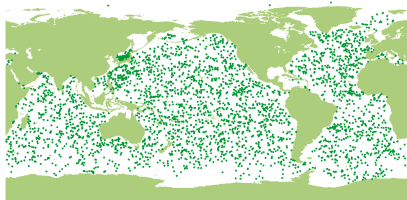
страница визуализации



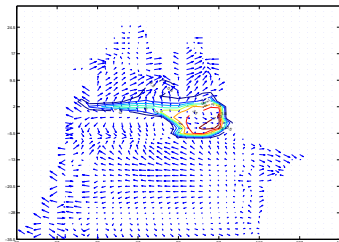
пример выходного рисунка

# Возможности дальнейшего развития

- Интерполяция оперативных данных с буев Argo;



- Задача оценки риска от экологической аварии;



ИВС-ИВМ-РАН-1

# Спасибо за внимание

Отвечаем на Ваши вопросы