

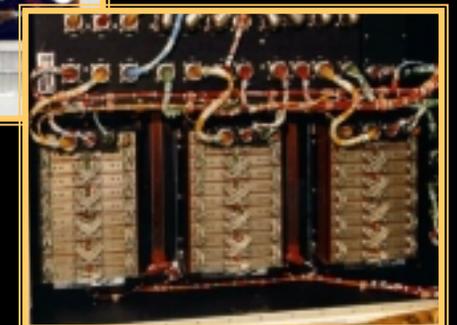
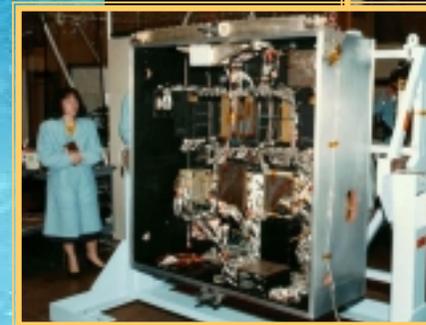
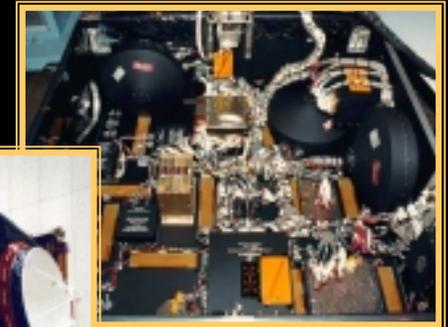
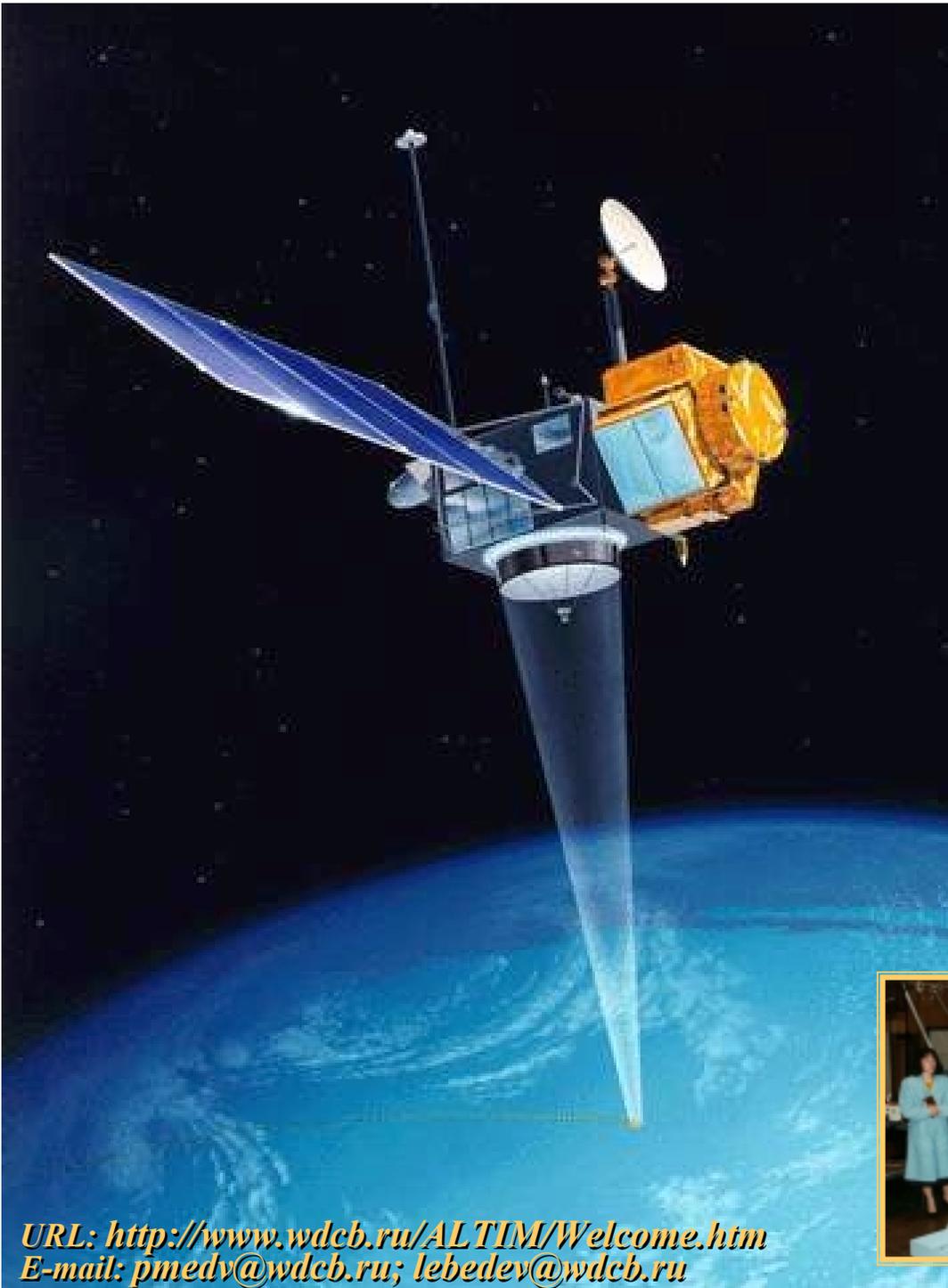
Геофизический Центр
Российской Академии Наук

ИНТЕГРИРОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ АЛЬТИМЕТРИИ



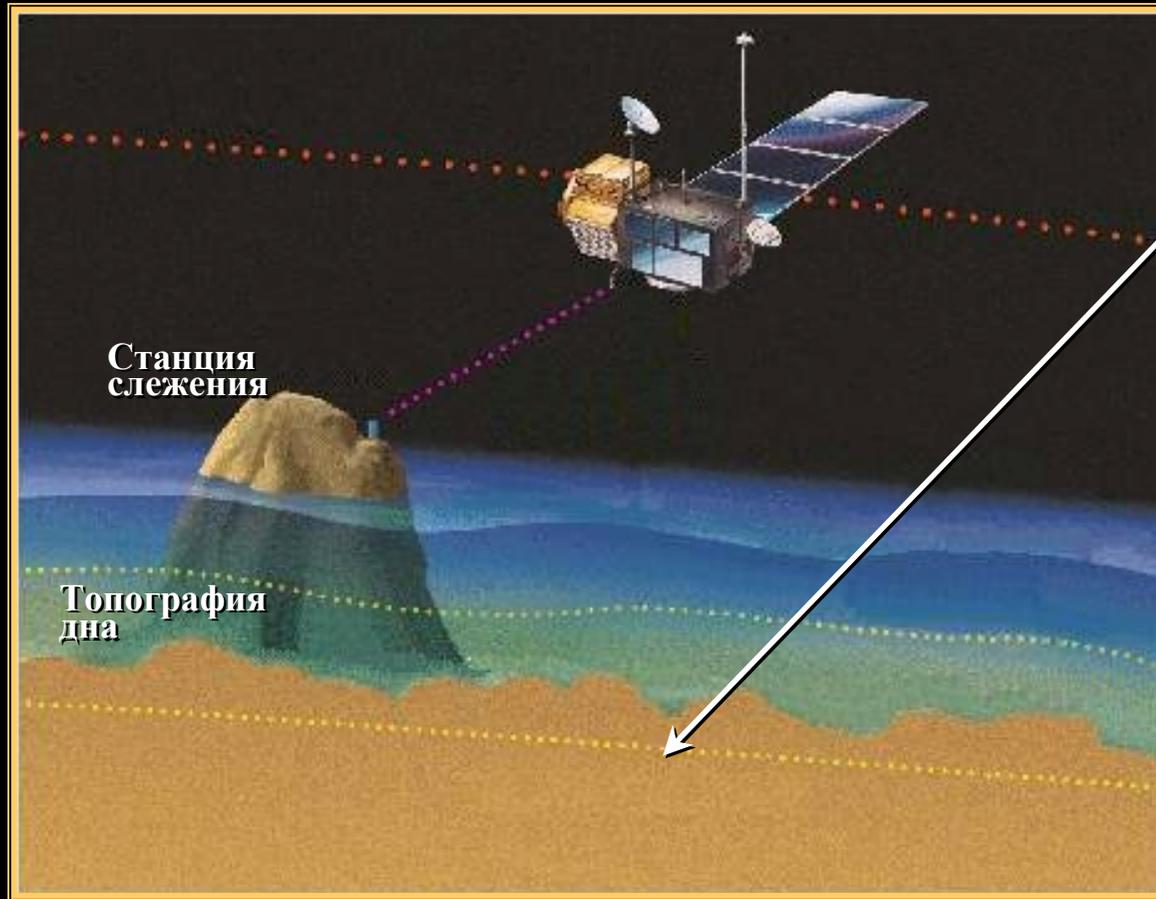
URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

**Спутниковый
радиовысотомер
(альтиметр) открывает
широкие перспективы
перед многими науками
о Земле**



**URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru**

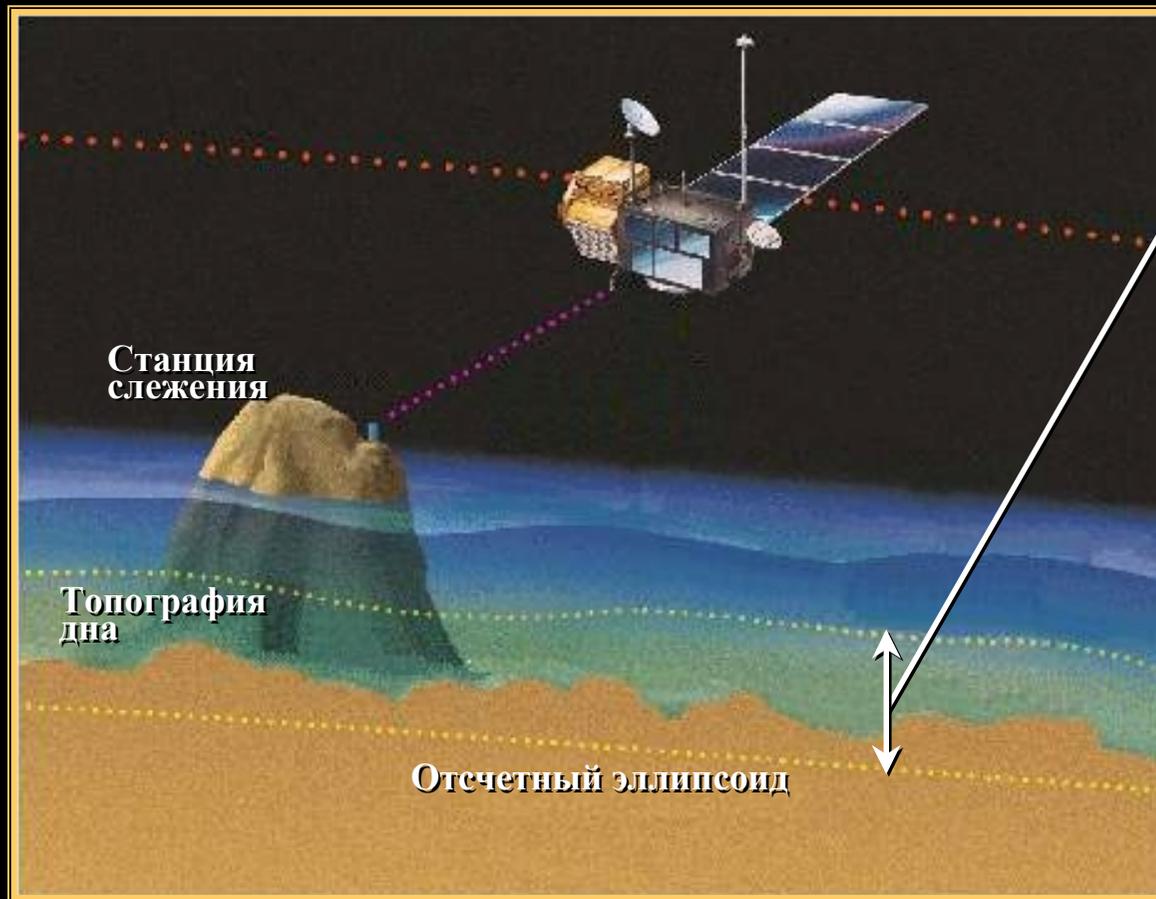
Метод спутниковой альтиметрии



**Отсчетный
эллипсоид**

**поверхность второго
порядка,
относительно
которой
производятся все
расчеты**

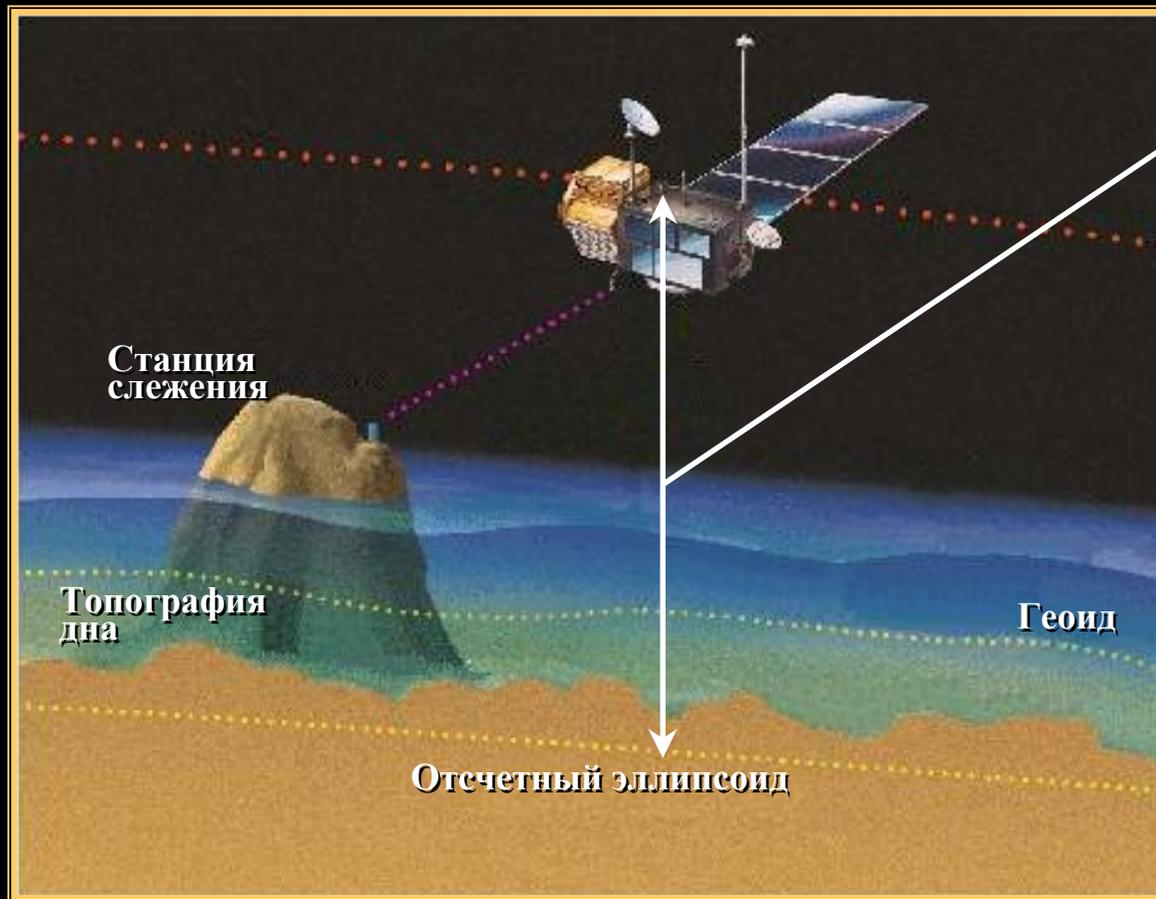
Метод спутниковой альтиметрии



Высота геоида

эквипотенциальная
поверхность

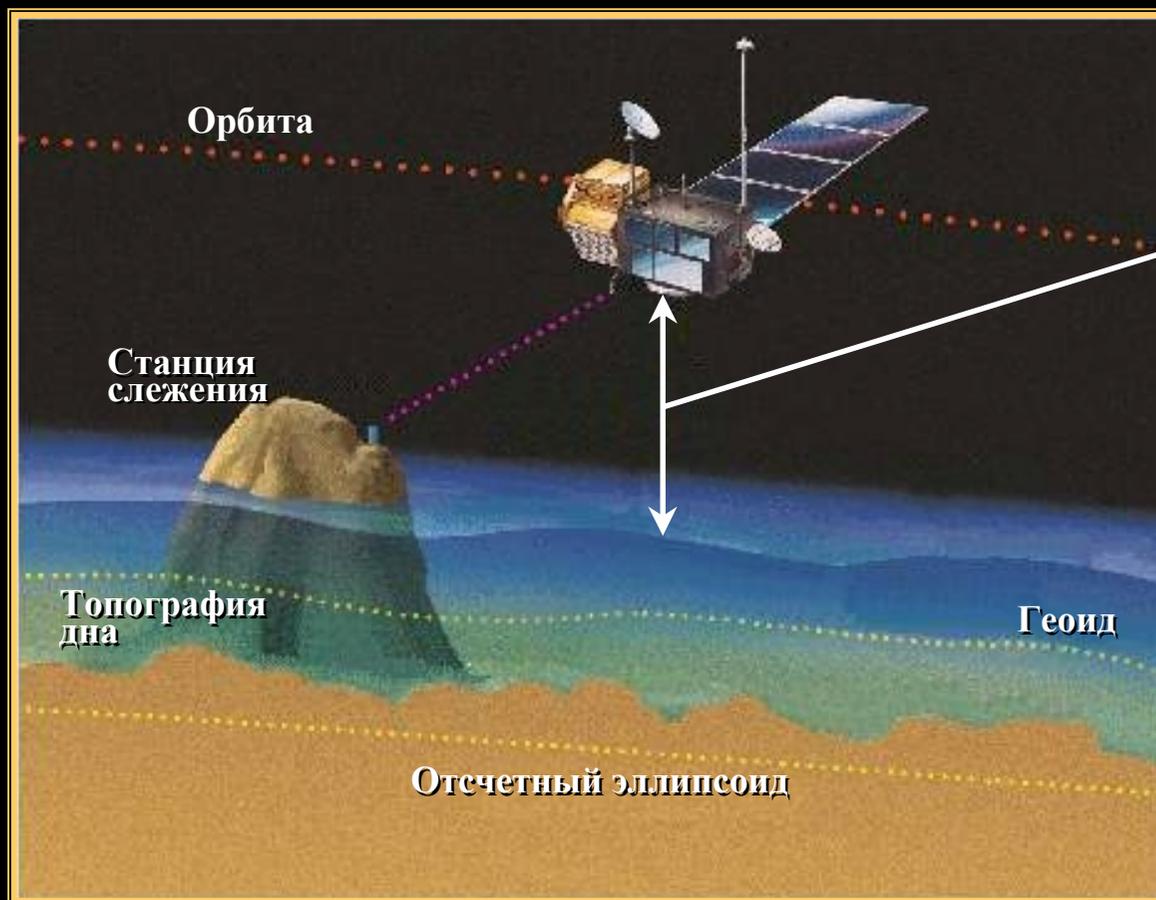
Метод спутниковой альтиметрии



Высота орбиты

определяется на основании навигационных данных и моделей сил, действующих на движение спутника

Метод спутниковой альтиметрии

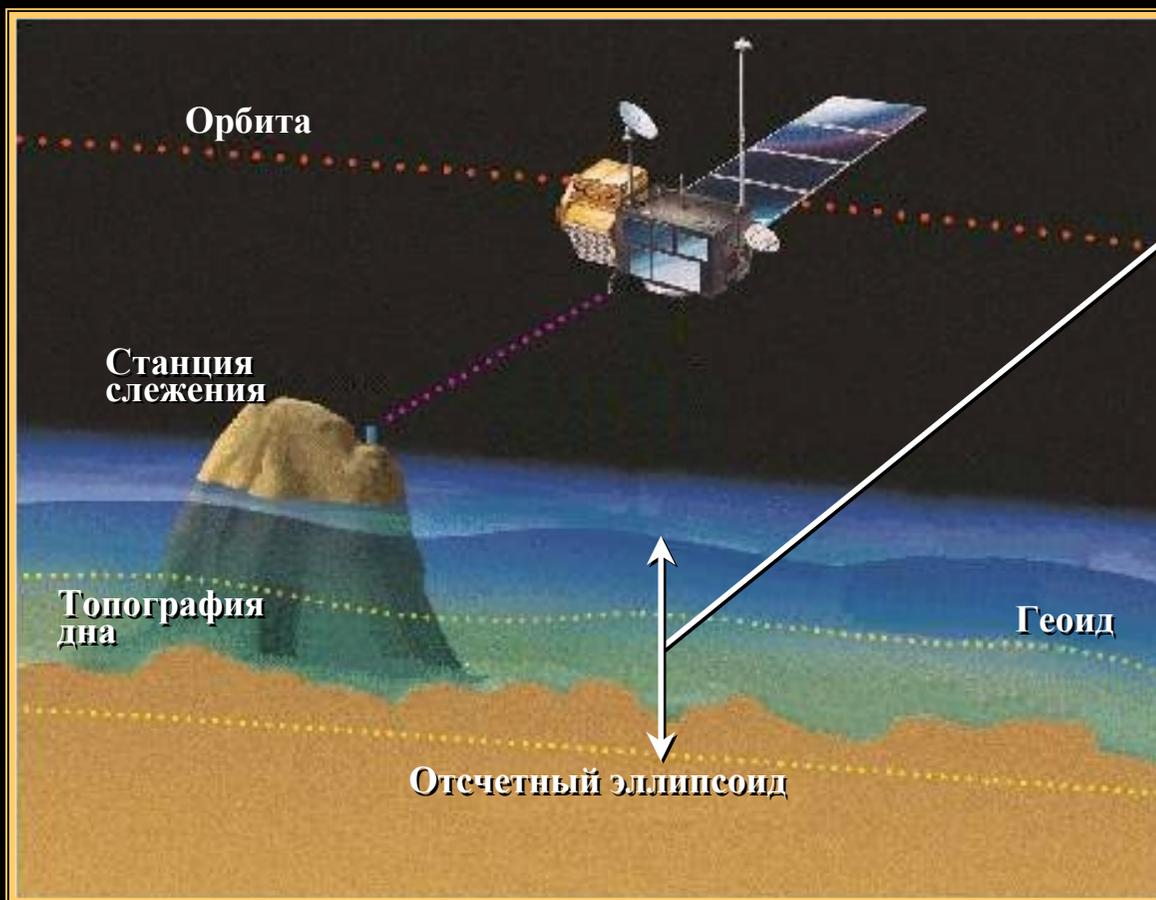


Высота спутника над поверхностью моря

рассчитывается по времени возврата зондирующего радиоимпульса альтиметра на борту спутника с учетом:

- поправок, связанных с прохождением радиосигнала через атмосферу
- инструментальных ошибок

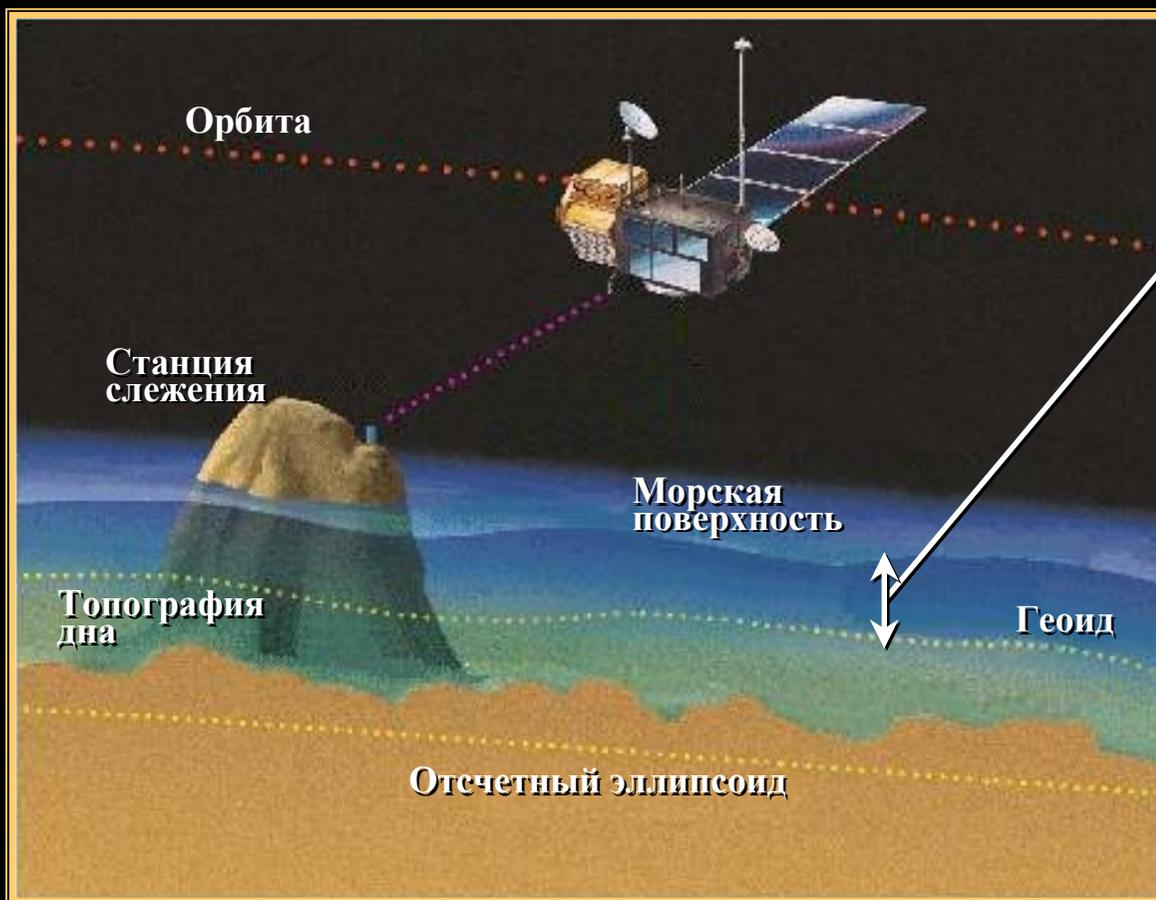
Метод спутниковой альтиметрии



Высота морской поверхности

рассчитывается как разность между высотой орбиты и высотой спутника над поверхностью океана

Метод спутниковой альтиметрии



Динамическая
топография

отклонение
морской
поверхности
относительно
геоида

Интегрированная база данных спутниковой альтиметрии (ИБДСА)



В отличие от
существующих зарубежных
аналогов характеризуется:

- **единой структурой и форматом записи данных для различных спутников**
- **единством используемых моделей приливов, геоида и средней высоты морской поверхности**
- **наличием дополнительных параметров для решения прикладных задач**
- **оптимальной системой управления базой данных**

*URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru*

Структура базы данных

Интегрированная база данных спутниковой альтиметрии (ИБДСА) включает в себя данные следующих спутников

- ГЕОИК (Россия) (1985-1995)
- GEOSAT (США) (1985-1989)
- ERS (Европейское космическое агентство) (1992-1998)
- TOPEX/Poseidon (США, Франция) (1992-1998)

Последние два спутника продолжают работать в настоящее время

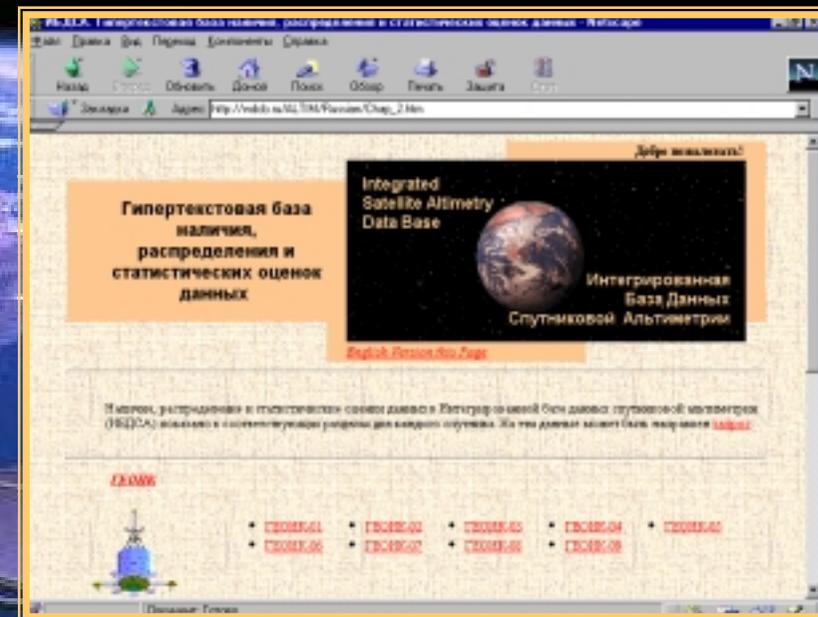
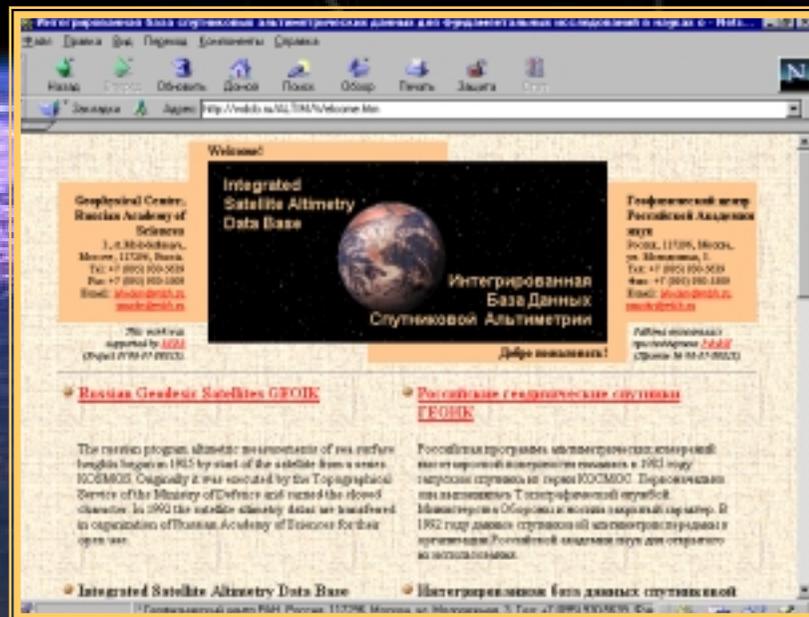
Состав базы данных

База данных включает следующие основные параметры:

- время (в секундах начиная с 1 января 1985 года)
- координаты (микро градусы)
- измеренные высоты морской поверхности (см)
- средние высоты морской поверхности (см)
- высоты геоида (см)
- аномалии силы тяжести (мГал)
- величины приливных поправок (см)
- характеристики средней динамической топографии, рассчитанные по гидрологическим данным (см)
- глубины океана (м)
- высоты волн (см)
- скорости приводного ветра (м/с)

Организация базы данных

База данных организована в виде бинарных файлов прямого доступа, инвертированных по времени и спутнику

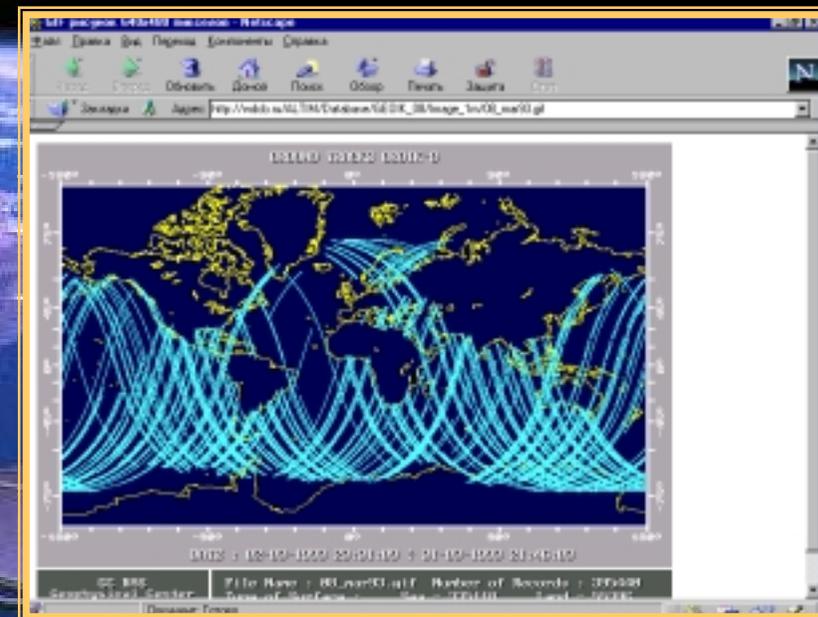
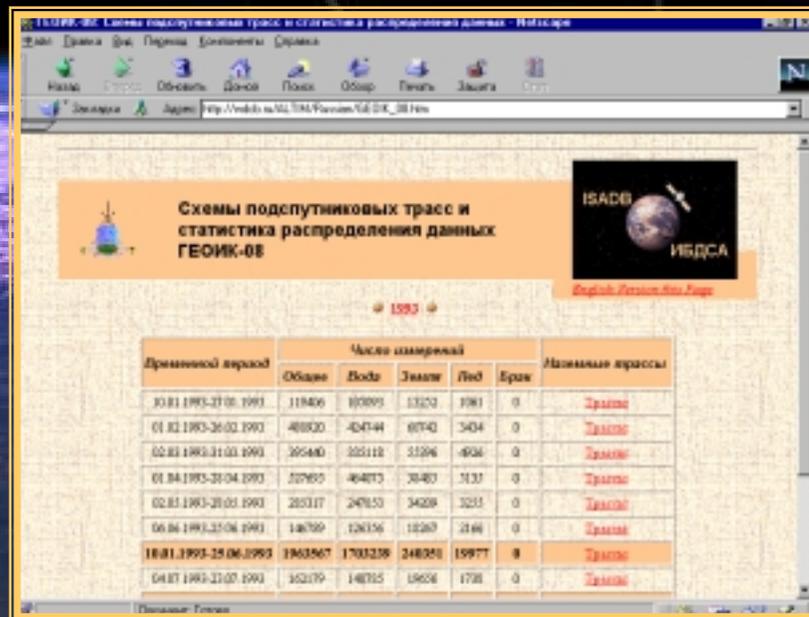


Данные записаны на оптических носителях (CD-ROM) вместе с архивом рисунков положения треков

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Организация базы данных

Полный архив рисунков будет представлен на WEB сервере Геофизического центра и доступен через Интернет

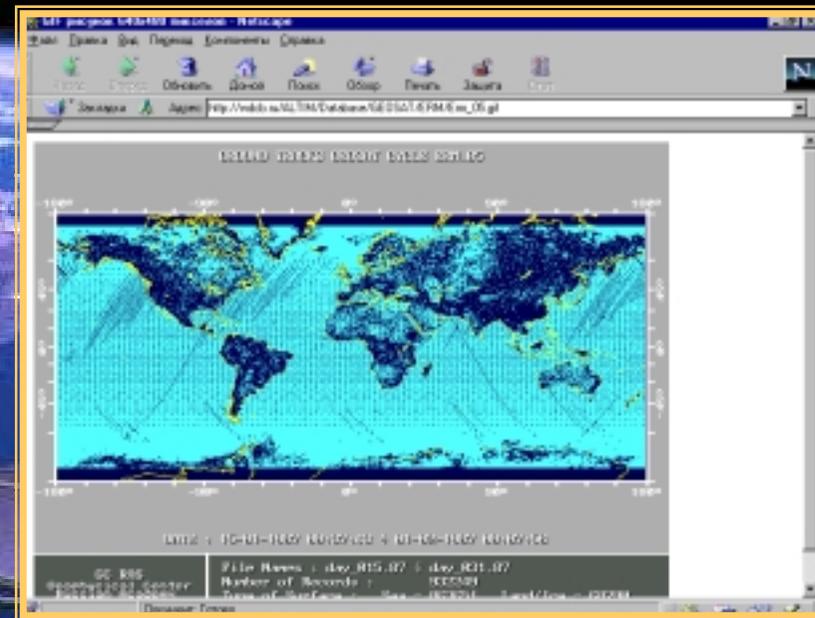
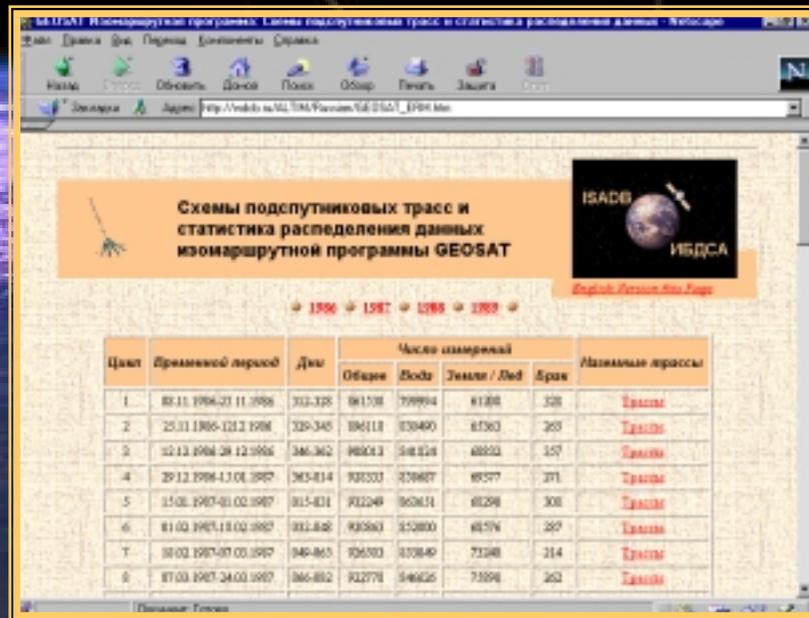


Интересующие пользователей данные из ИБДСА по их запросу могут быть отобраны и отправлены электронными средствами удаленного доступа

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Организация базы данных

Полный архив рисунков будет представлен на WEB сервере Геофизического центра и доступен через Интернет

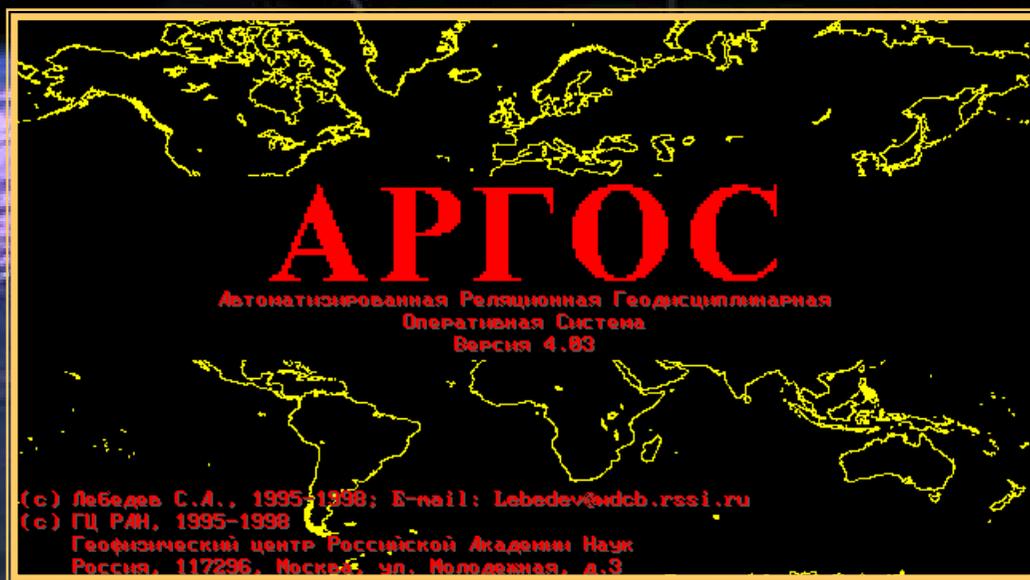


Интересующие пользователей данные из ИБДСА по их запросу могут быть отобраны и отправлены электронными средствами удаленного доступа

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Система управления базой данных

В качестве СУБД разработана специализированная версия системы АРГОС, которая осуществляет:

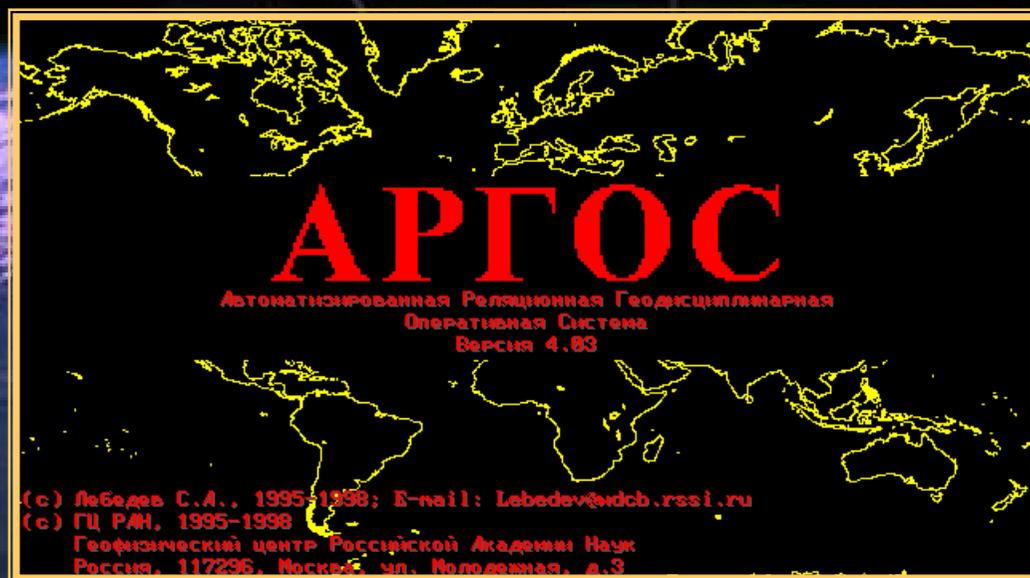


- оперативный доступ к данным
- отбор, пополнение, визуализацию и копирование данных
- поиск данных по широкому классу логических критериев

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Система управления базой данных

В качестве СУБД разработана специализированная версия системы АРГОС, которая осуществляет:

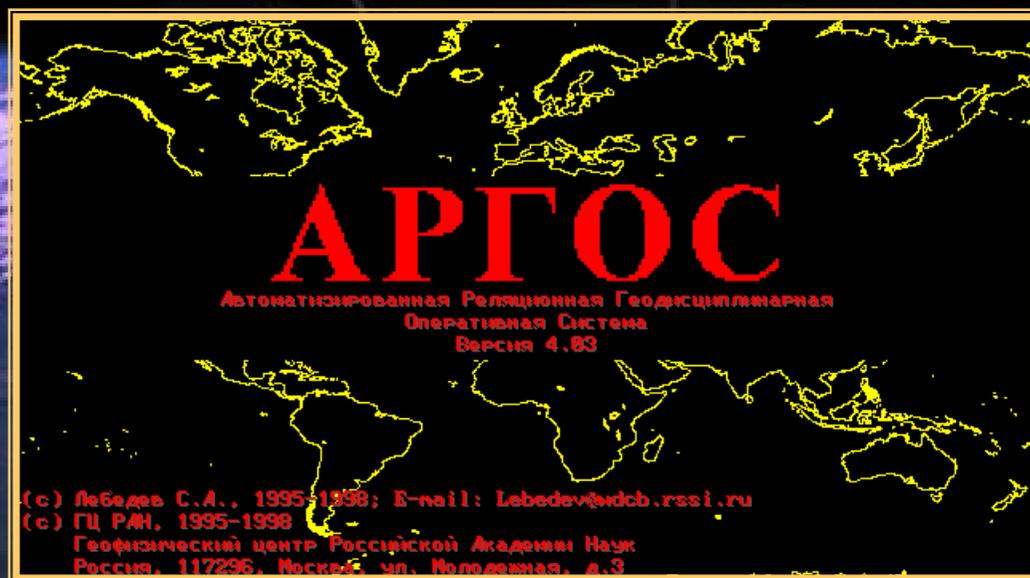


- подготовка данных в формате ASCII для последующего анализа в прикладных исследованиях
- экспресс-анализ отобранной информации

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Система управления базой данных

В качестве СУБД разработана специализированная версия системы АРГОС, которая осуществляет:



- вывод графической информации на экран дисплея с возможностью сохранения ее в файле
- интерполяция и/или экстраполяция исходных данных на регулярную сетку

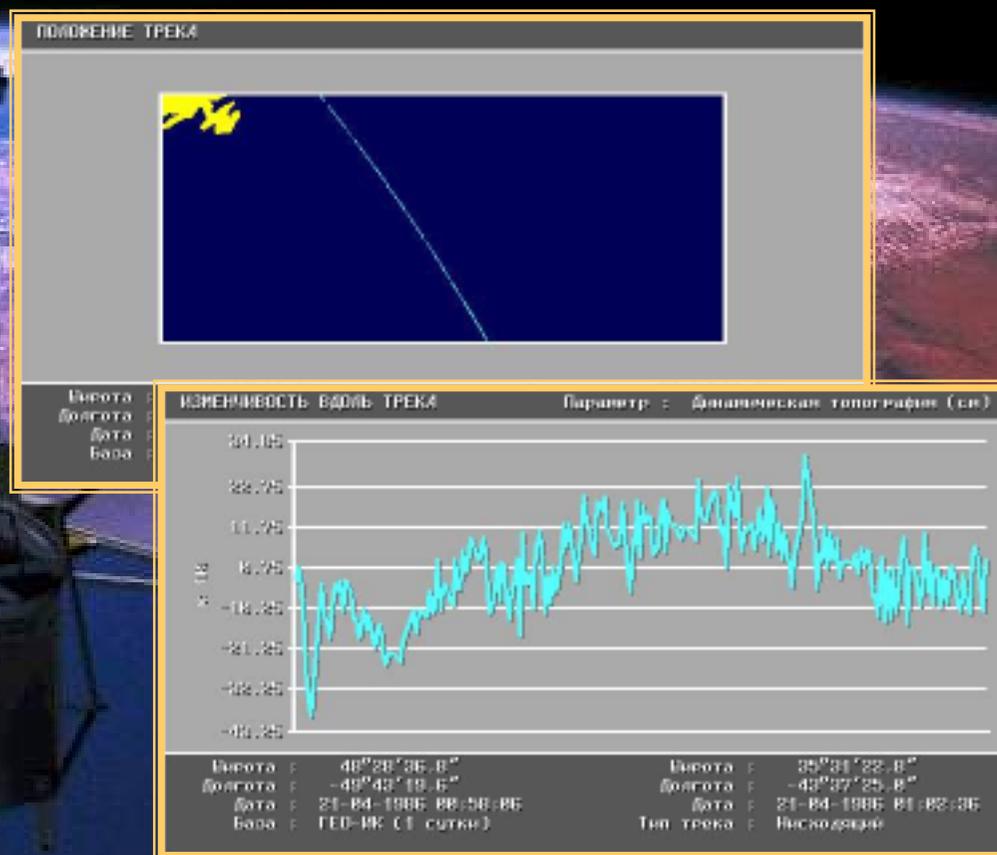
URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Система управления базой данных

Блок экспресс-анализа системы АРГОС, позволяет исследовать изменения:

- высот морской поверхности
- высот морского геоида
- динамической топографии

как вдоль треков

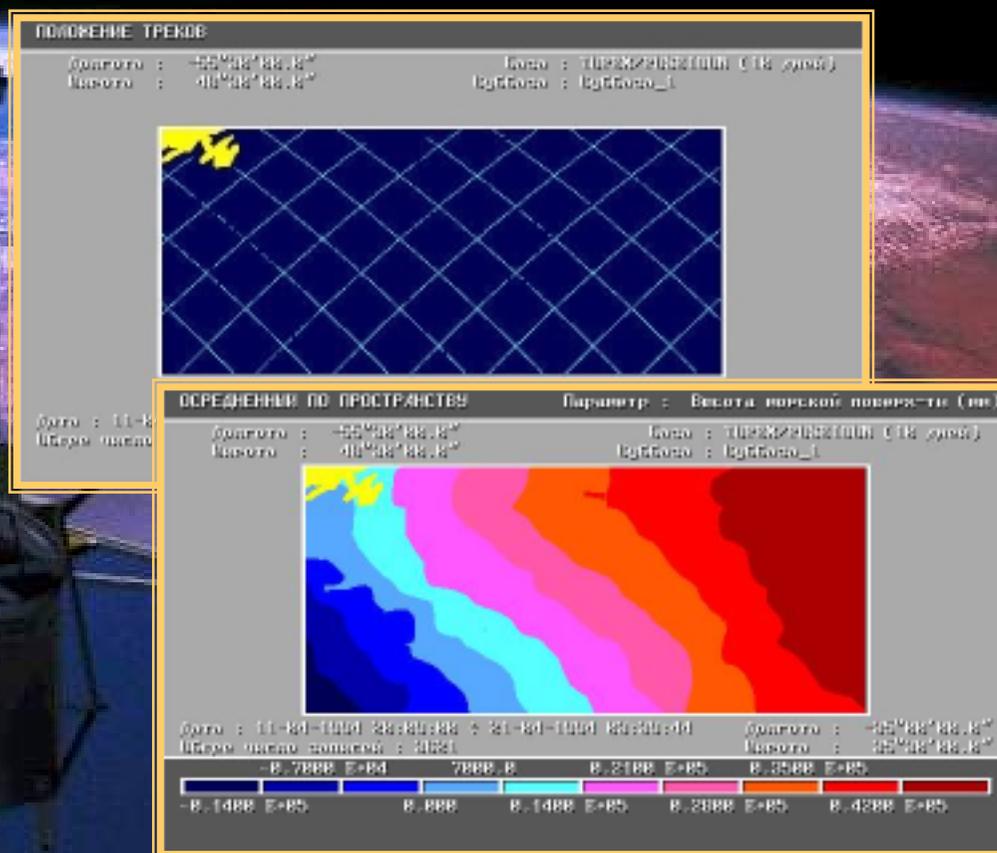


Система управления базой данных

Блок экспресс-анализа системы АРГОС, позволяет исследовать изменения

- высот морской поверхности
- высот морского геоида
- динамической топографии

как вдоль треков,
так и по пространству



Использование спутниковой альтиметрии



- геодезия
- геология и геофизика
- океанология
- метеорология

В сочетании с другими данными и физическими моделями спутниковая альтиметрия способна давать обширную информацию:

- о морском геоиде
- аномалиях силы тяжести
- скоростях поверхностных течений
- высотах волн
- скоростях поверхностного ветра
- характере подстилающей поверхности

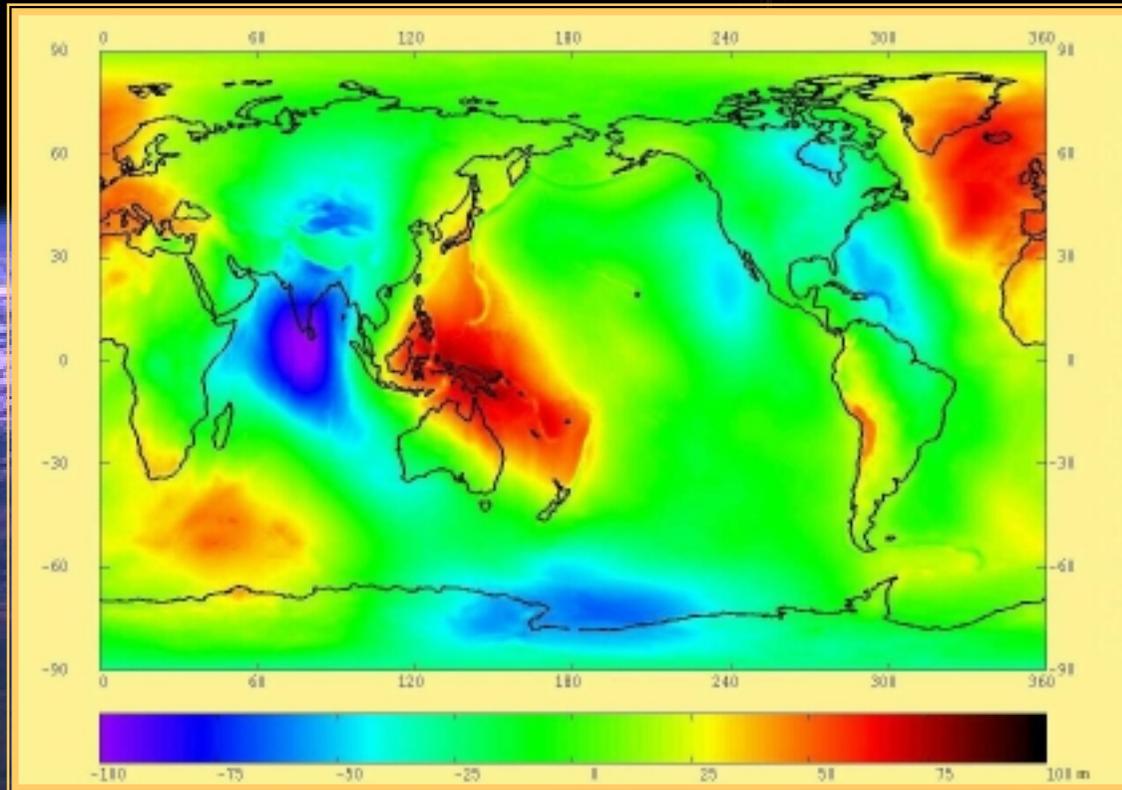
URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Возможные применения спутниковой альтиметрии в геодезии

- Уточнение параметров гравитационного поля Земли
- Определение детальной структуры геоида, аномалий силы тяжести и уклонений отвесной линии в Мировом океане
- Анализ вариаций уровня Мирового океана и внутренних морей
- Исследования рельефа дна Мирового океана



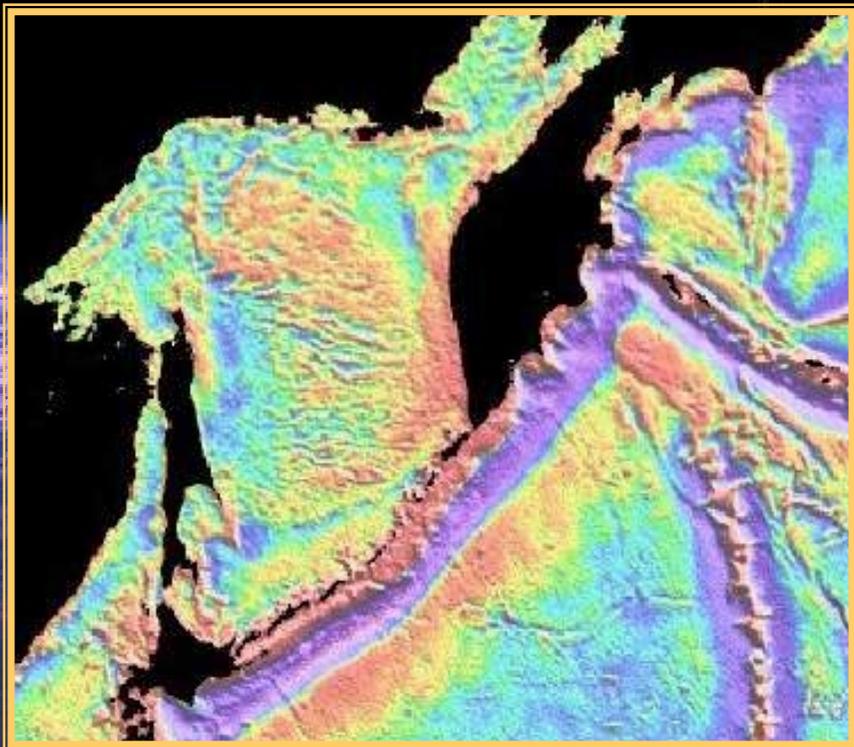
Морской геоид и средняя морская поверхность



Определяются из совместной обработки рядов измерений спутниковой альтиметрии за длительный период времени (2-3 года) с учетом других разнородных данных

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

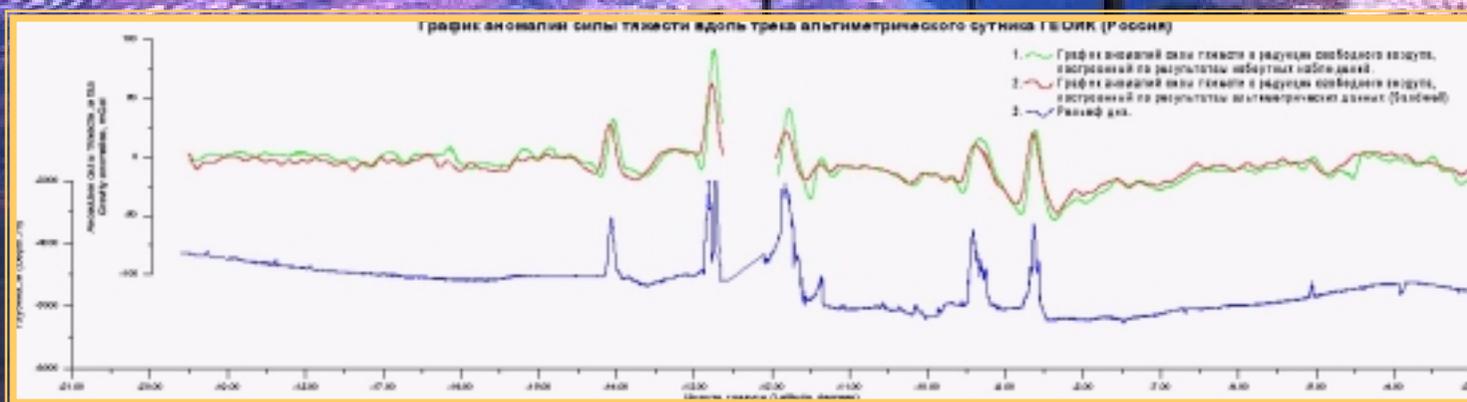
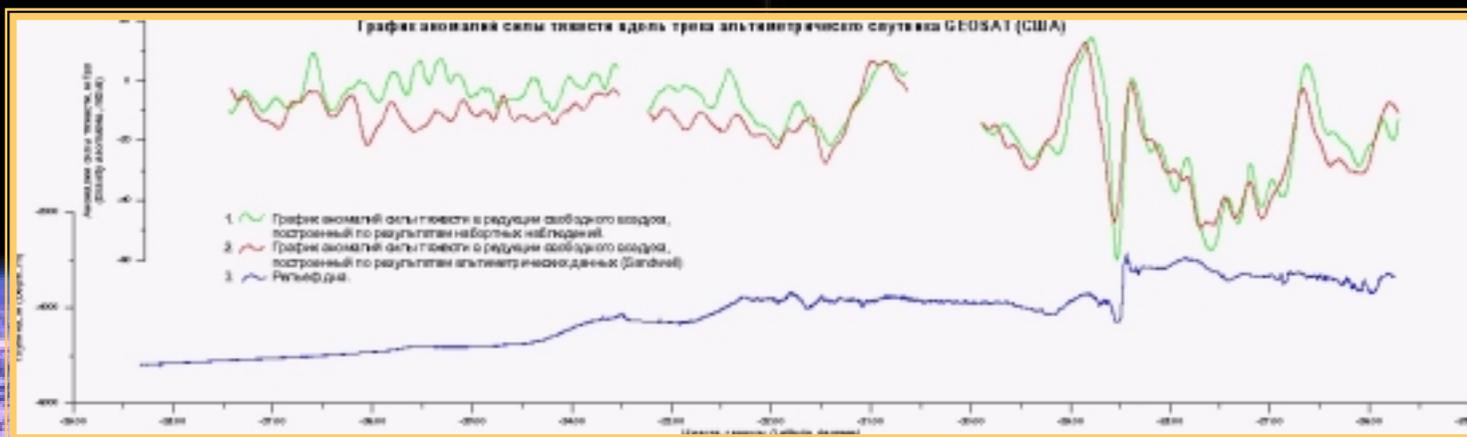
Аномалии силы тяжести



Использование данных спутниковой альтиметрии значительно повышает точность определения высот геоида и аномалий силы тяжести в Мировом океане

Результаты расчета аномалий силы тяжести по данным спутниковой альтиметрии для северо-западной части Тихого океана и Охотского моря

Аномалии силы тяжести



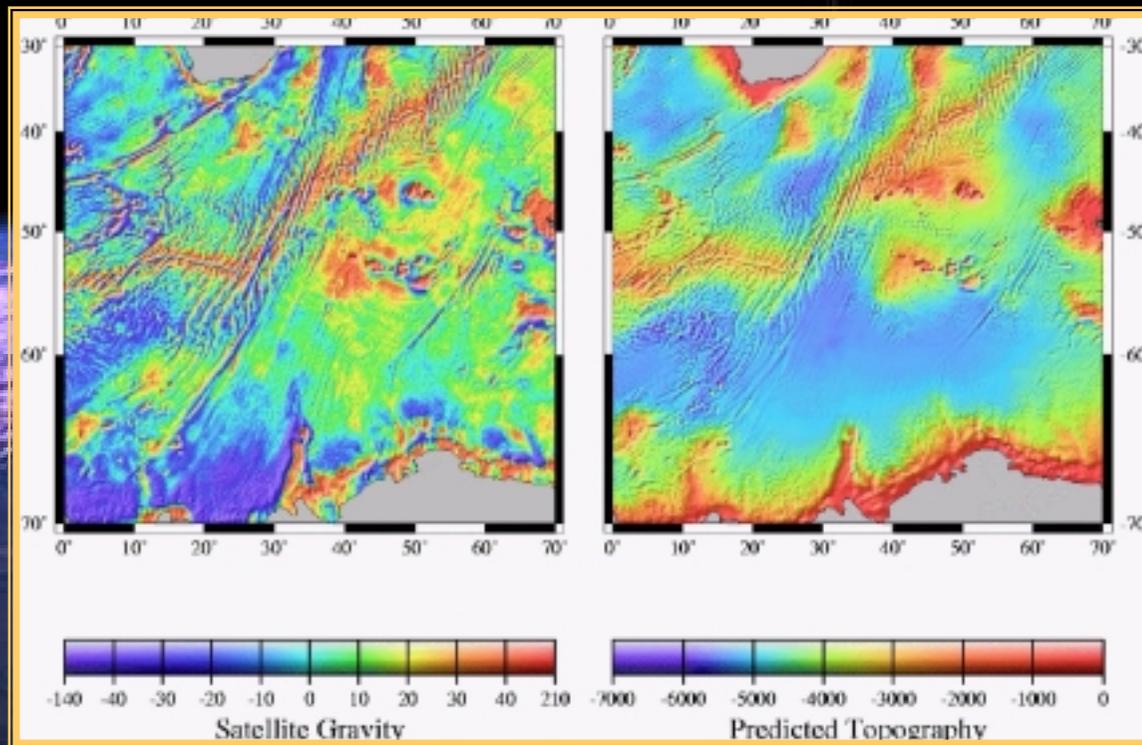
Сравнение результатов расчета аномалий силы тяжести по данным спутниковой альтиметрии с бортовыми гравиметрическими измерениями, проводимыми в Атлантическом океане

Уровень океана и внутренних морей



Пример использования данных спутниковой альтиметрии для анализа изменений уровня Каспийского моря с 1992 по 1996 годы

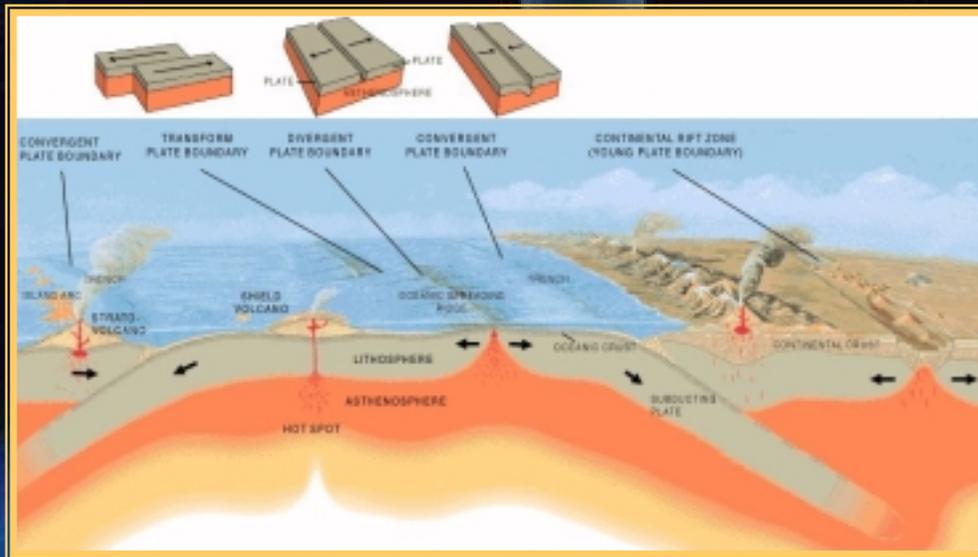
Возможности использования спутниковой альтиметрии для оценки рельефа дна



Аномалии силы тяжести и рельеф дна по данным альтиметрии со спутников GEOSAT и ERS для юго-западной части Индийского океана

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

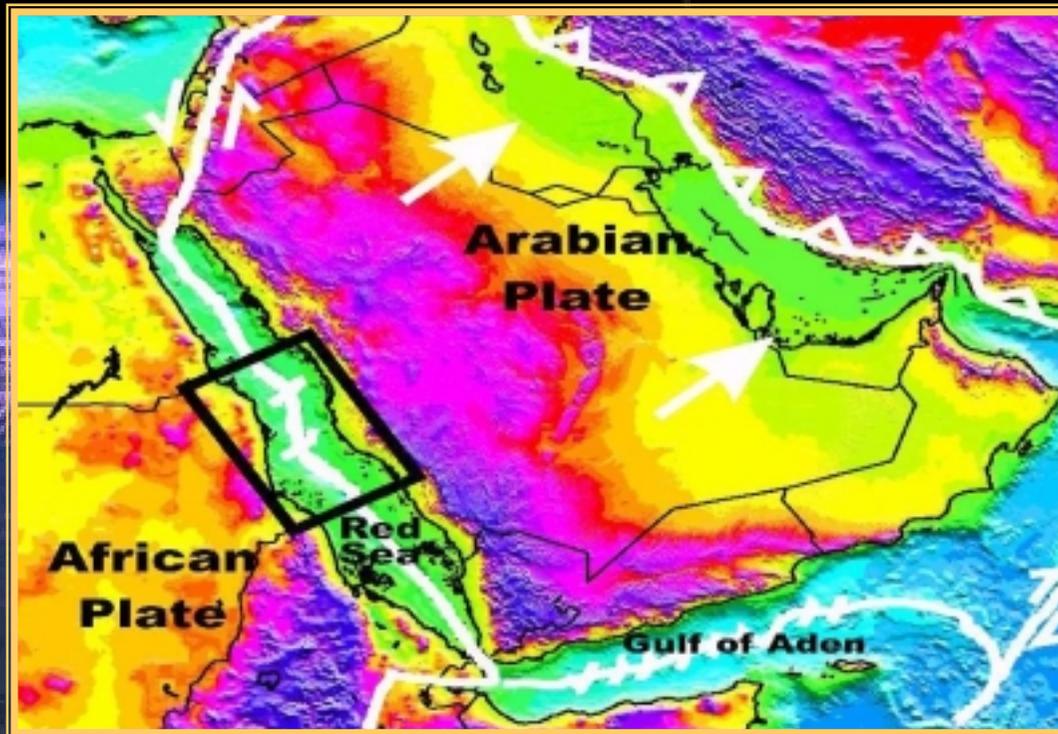
Возможные применения спутниковой альтиметрии в геологии и геофизике



- Изучение тектоники плит, трансформных разломов и подводных вулканов
- Исследование месторождений нефти и газа на морском шельфе
- Изучение структуры литосферы

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

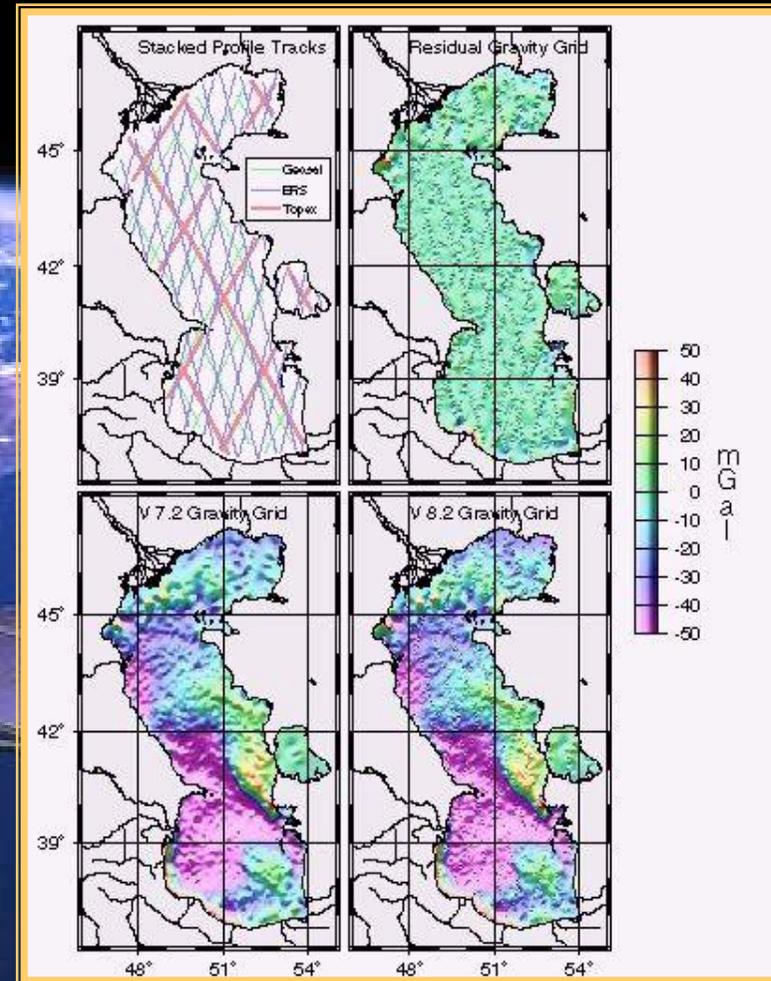
Тектоника плит и геологические разломы



Пример использования данных спутниковой альтиметрии для анализа динамики тектонических плит в районе Красного моря и Персидского залива

Исследования месторождений нефти в Каспийском море

Пример использования данных спутниковой альтиметрии в комплексных геолого- геофизических исследованиях региона



URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Применение спутниковой альтиметрии в океанологии

Колебания свободной поверхности морей и океанов обусловлены воздействием большого числа внешних факторов:

- атмосферное давление и поле поверхностного ветра
- приливообразующие и гелиогеофизические силы
- бароклинность морской воды и циркуляция
- водный баланс
- морфометрические особенности рельефа дна и береговой линии

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru



Стратегия использования

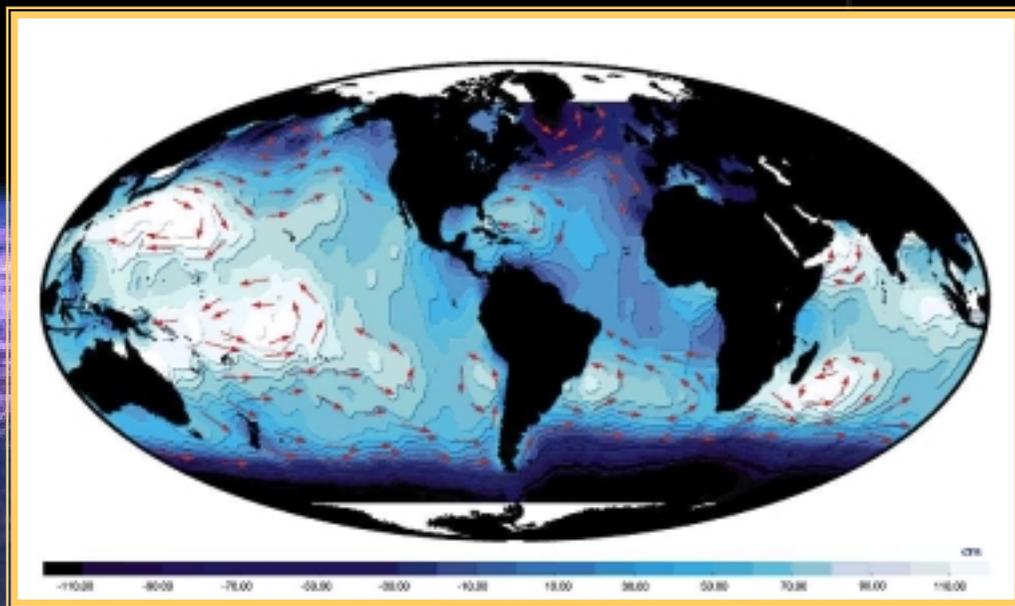
В океанологии используются

- высота морской поверхности и ее аномалии
- динамическая топография и ее аномалии
- форма фронта отраженного импульса для расчетов высот волн

Пространственно-временной масштаб получаемой с борта спутника информации совместно с методами и моделями ассимиляции или усвоения данных позволяет исследовать синоптическую изменчивость океана

Спутниковая альтиметрия может стать основой системы глобального мониторинга океана

Общая циркуляция Мирового океана



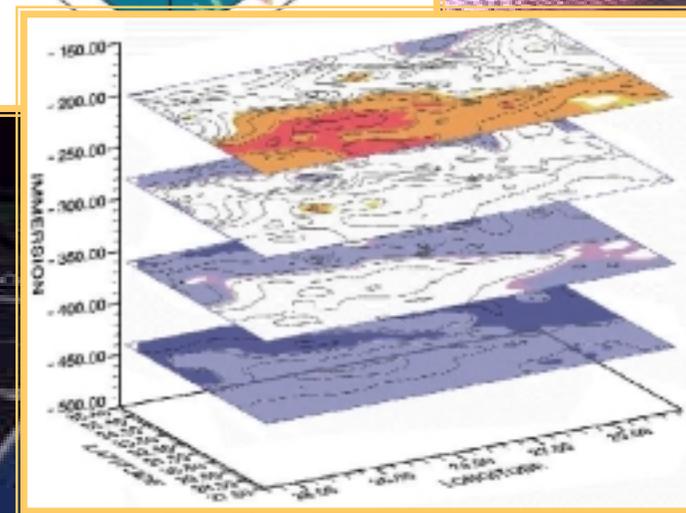
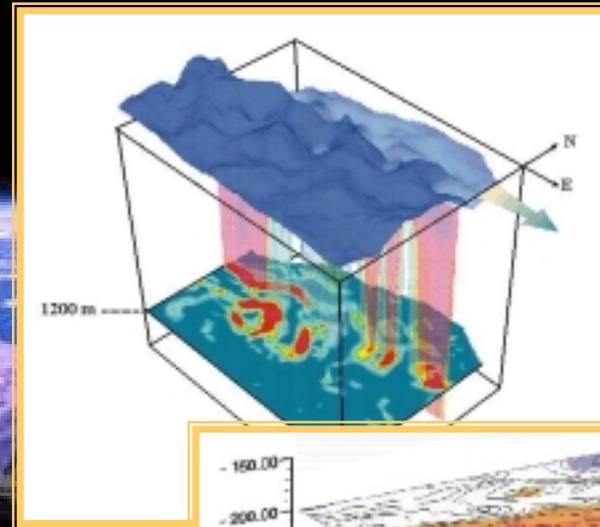
Динамическая топография Мирового океана и основные течения по данным спутников ERS и TOPEX/POSEIDON за период 1992-1995 гг

Спутниковая альтиметрия впервые позволила выделить динамическую топографию, обусловленную бароклинностью морской воды и общей циркуляцией Мирового океана, которая до этого получалась только как результат модельных расчетов

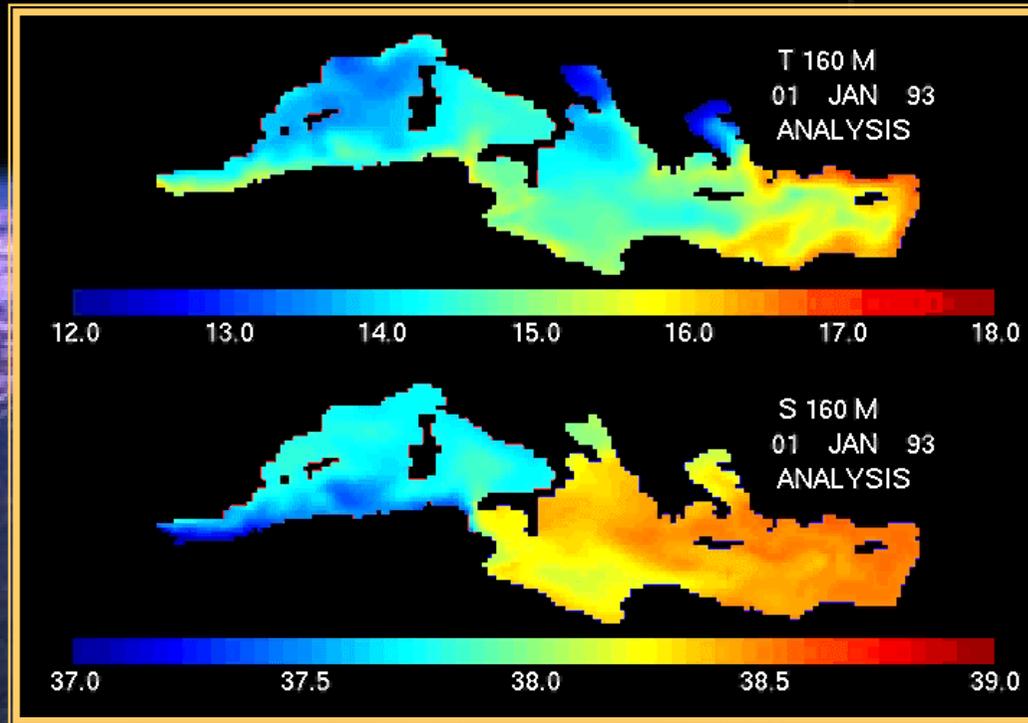
URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Моделирование динамики океана

Динамическая топография, полученная по данным спутниковой альтиметрии, может использоваться как граничное условие при моделировании динамики бароклинного океана и в задаче акустической топографии



Моделирование термохалинной структуры

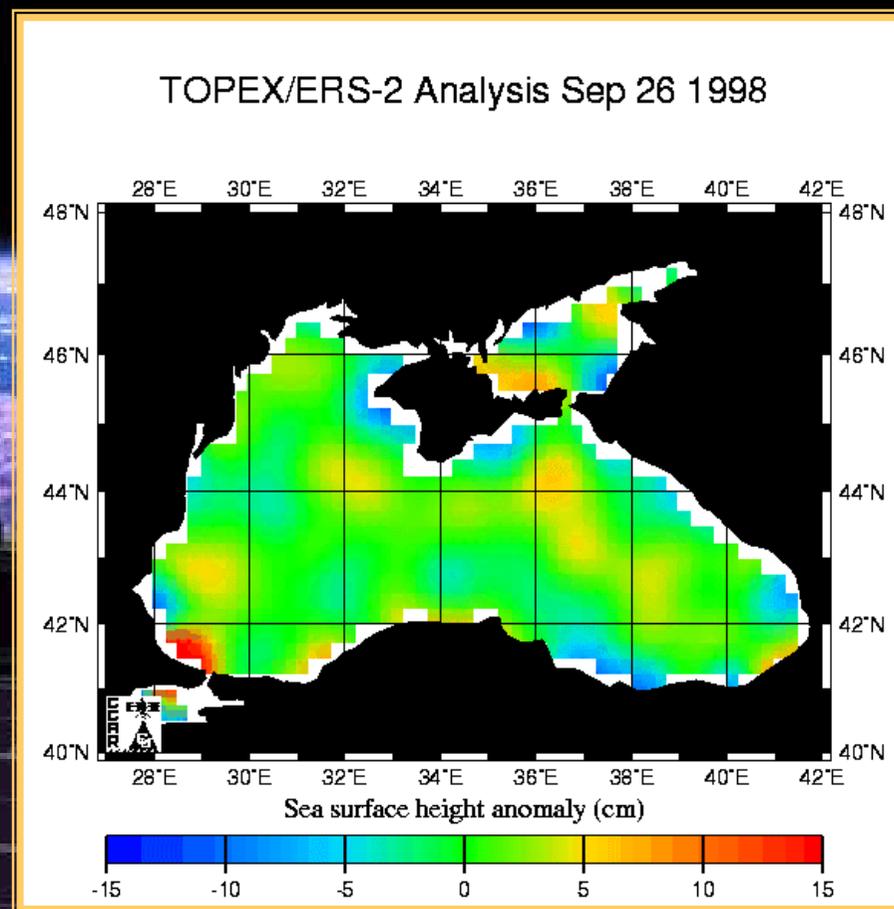


Модели и методы ассимиляции данных спутниковой альтиметрии позволяют провести анализ изменений и прогноз термохалинной структуру океана

Поля температуры и солености на горизонте 160 м, полученное в результате ассимиляции данных спутника TOPEX/POSEIDON термогидродинамической моделью

Аномалии высоты морской поверхности

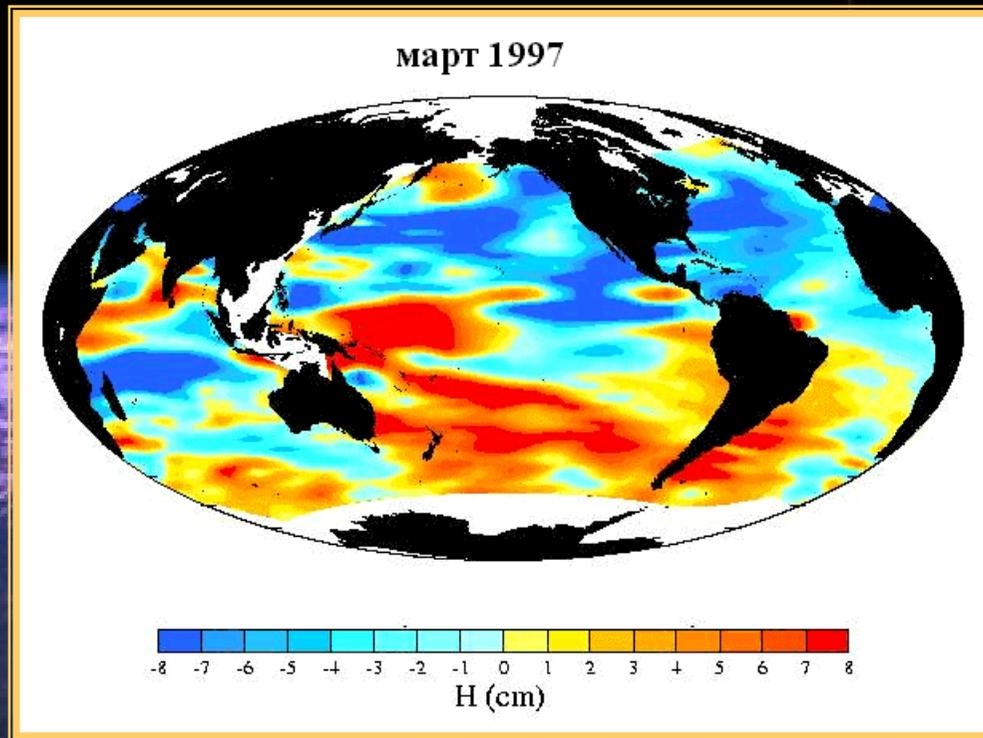
Синоптическая изменчивость всего спектра динамики океана может исследоваться по аномалиям высоты морской поверхности или аномалиям динамической топографии



Изменчивость аномалий высоты морской поверхности, полученных по модели ассимиляции данных спутниковой альтиметрии

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Изучение Эль Ниньо



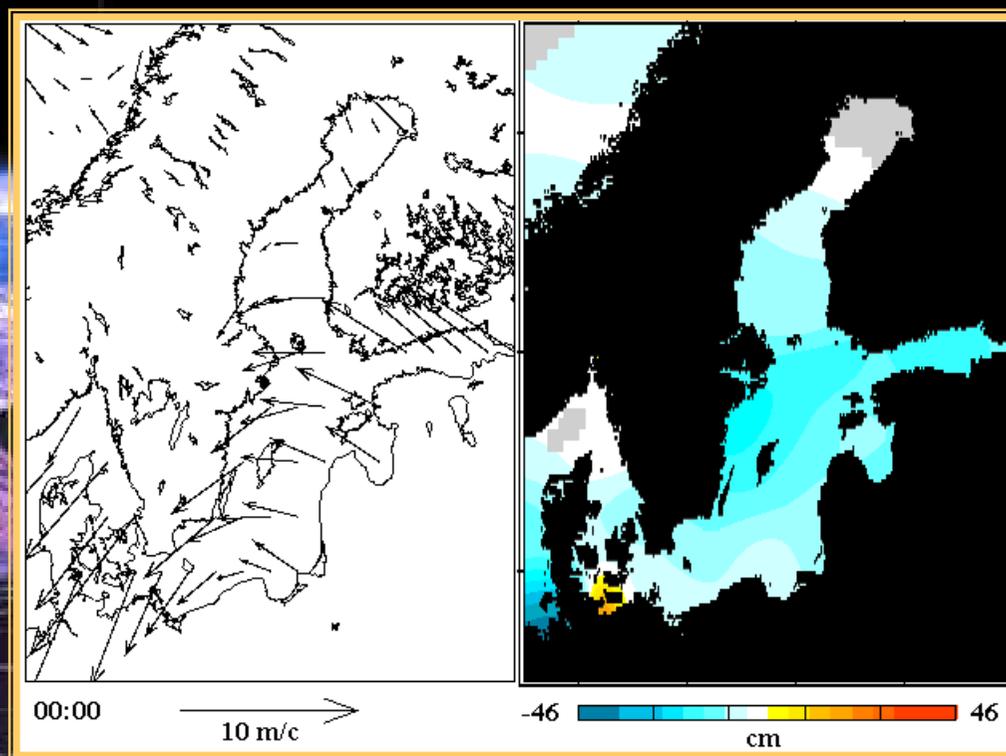
Изменения динамической топографии по данным спутника TOPEX/POSEIDON, обусловленные Эль Ниньо в Тихом океане в 1997-98 годах

Явление *Эль Ниньо* оказывает сильное влияние на режим теплообмена между океаном и атмосферой, что влечет за собой разрушительные наводнения и тайфуны

Связанные с ним изменения динамической топографии океана в районе экватора можно эффективно анализировать по данным спутниковой альтиметрии

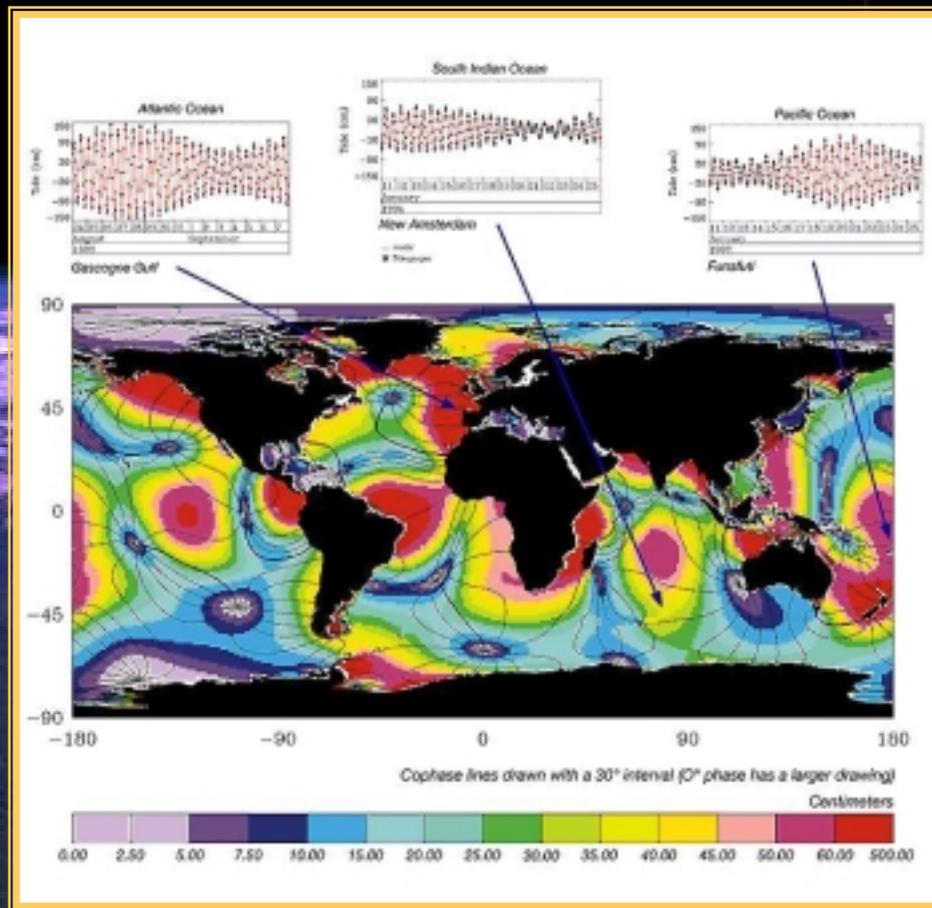
Моделирование штормовых нагонов

Ассимиляция данных спутниковой альтиметрии при моделировании штормовых нагонов значительно повышает точность прогноза



Прогноз высоты штормового нагона
16-17 ноября 1998 года,

Высоты морских приливов



Высота морской поверхности, определяемая по данным спутниковой альтиметрии, содержит приливную составляющую

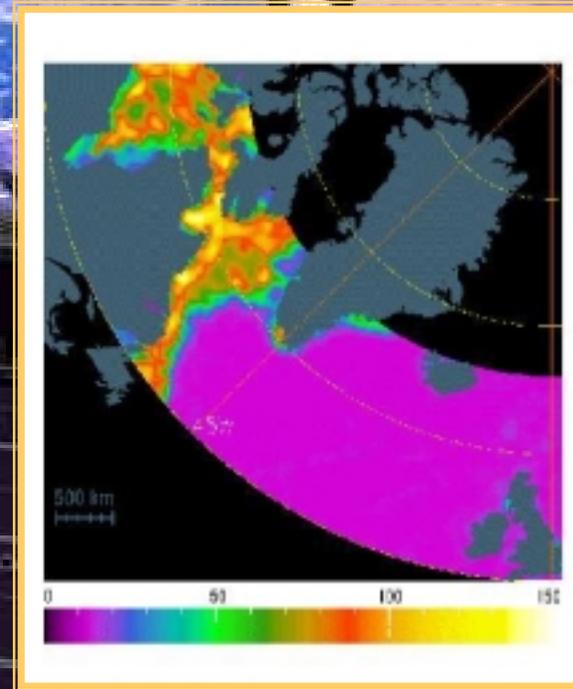
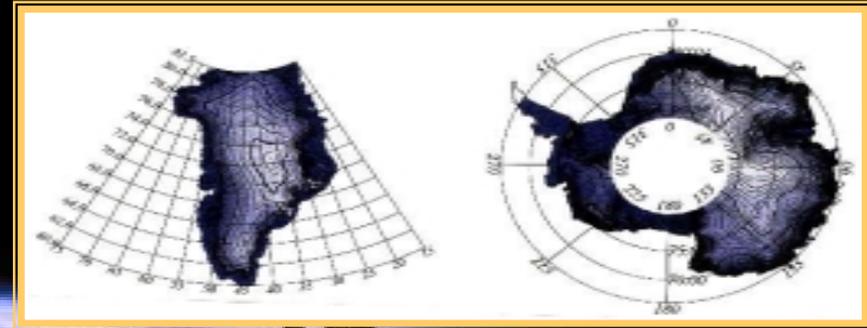
Использование данной информации позволяет построить глобальную модель морских приливов

M2 составляющая высоты морских приливов, рассчитанная по модели с использованием данных спутниковой альтиметрии.

Исследования материкового и морского льда

Изменение формы отраженного сигнала альтиметра при переходе лед-вода или вода-лед четко определяет границы морского льда, что существенно дополняет данные СВЧ-радиометрии

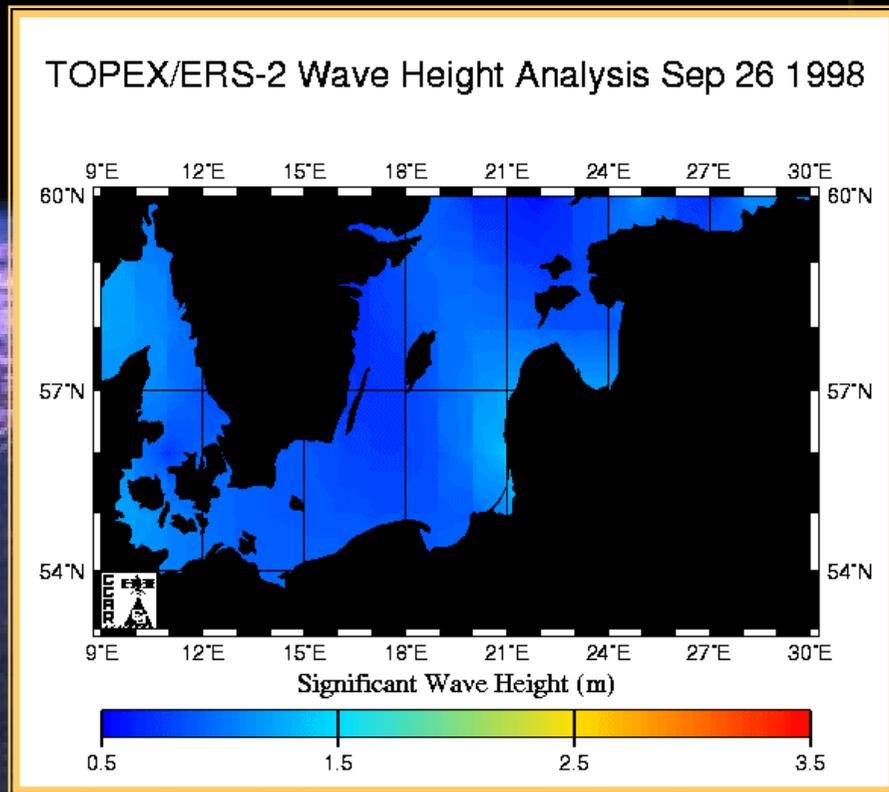
Альтиметр спутника ERS-2 в этом случае меняет режим работы и измеряет высоты льда, в том числе и материкового



Топография материкового льда и морского льда по данным спутника ERS-2 зимой 1997 года

URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru

Высоты ветровых волн



Форма фронта отраженного сигнала альтиметра определяется состоянием морской поверхности океана, которое зависит в первую очередь от высот ветровых волн

На данном принципе основан расчет высот волн по данным спутниковой альтиметрии

Динамика высот ветровых волн, полученных по модели ассимиляции данных спутниковой альтиметрии

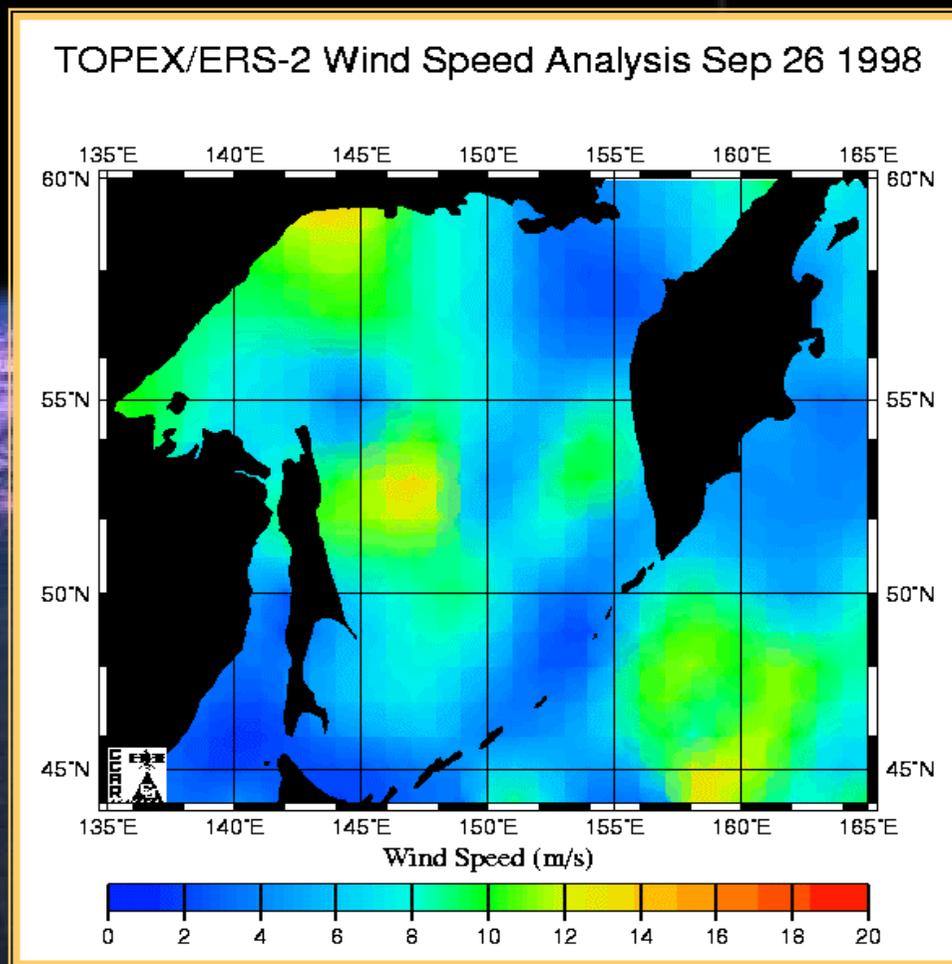
Применение спутниковой альтиметрии в метеорологии



Зависимость состояния подстилающей морской поверхности от метеорологических явлений позволяет по данным спутниковой альтиметрии определять:

- величину скорости приводного ветра
- район выпадения атмосферных осадков

Скорость приводного ветра



Обратное рассеяние отраженного импульса зависит от шероховатости подстилающей поверхности, которая определяется ветровыми волнами

Данная корреляционная зависимость позволяет определять по данным спутниковой альтиметрии модуль скорости приводного ветра

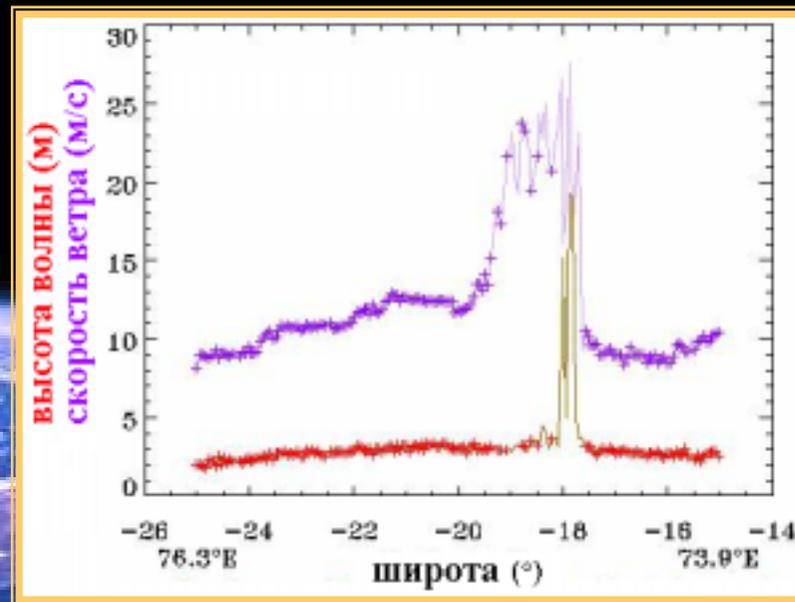
Изменчивость поля скоростей приводного ветра, полученного по модели ассимиляции данных спутниковой альтиметрии

Атмосферные осадки

Сильные атмосферные осадки, выпадающие над морем, приводят к увеличению поглощения энергии и к искажению фронта отраженного импульса

Это приводит к резким увеличениям в значениях высот волн и скорости ветра, определяемым по данным спутниковой альтиметрии

Анализ подобных всплесков позволяет определить географический район выпадения атмосферных осадков вдоль трека спутника



Изменения высот ветровых волн и скорости приводного ветра при прохождении спутником ERS-2 27 января 1997 года тропического циклона Илета в Индийском океане



В демонстрации использовались материалы и данные:

- *Геофизического центра
Российской академии наук*
- *Геологического факультета
МГУ, Россия*
- *Physical Oceanography
Distributed Active Archive Center
at the Jet Propulsion Laboratory,
USA*
- *Colorado Center for
Astrodynamics Research,
University of Colorado, USA*
- *Laboratory for Satellite
Altimetry, National Oceanic and
Atmospheric Administration, USA*
- *Delft Institute for Earth-Oriented
Space Research, Netherlands*
- *Naval Research Laboratory*
- *Scripps Institution of
Oceanography, USA*

*URL: <http://www.wdcb.ru/ALTIM/Welcome.htm>
E-mail: pmedv@wdcb.ru; lebedev@wdcb.ru*