Оценка характеристик внутренних волн со спутниковых датчиков ЕТМ и ТМ

Выполнила : Платонова Е.В. Научный руководитель: Сычев. В.И.

Российский государственный гидрометеорологический университет Кафедра МОК/ЮНЕСКО дистанционного зондирования и моделирования в океанографии



Актуальность:

- Методы исследования океана из космоса в настоящее время быстро развиваются.
- Важную роль в исследовании поверхностных проявлений внутренних волн играют методы дистанционного зондирования с помощью оптической и радиолокационной аппаратуры, установленной на борту самолетов и ИСЗ. Внутренние волны могут вызывать изменения структуры поверхностного волнения, которое регистрируются так же с помощью космической аппаратуры.
- К настоящему времени накоплено довольно много данных о проявлениях внутренних волн на поверхности океана, полученных с разных космических аппаратов.
- Точность определения характеристик ВВ в зависимости от пространственного разрешения спутниковых снимков, так же играет важную роль. Таким образом, будет интересно сравнить снимки, полученные на основе различных спутниковых датчиков с разным пространственным разрешением, и проанализировать полученные

результаты.

Задачи работы:

- дать определение BB, а так же описать характер их географического распределения в Гибралтарском проливе и Черном море(северное побережье)на основании литературных данных;
- определить очаги генерации ВВ и направление их дальнейшего распространения на основе спутниковых снимков Aqua/Terra MODIS и Landsat/ETM+;
- при помощи программы *Bilko* определить основные характеристики внутренних волн и сравнить результаты для двух датчиков;
- проанализировать полученные данные и сделать вывод о точности восстановления характеристик ВВ на основе снимков MODIS и ETM+.



Формирование внутренних волн в Гибралтарском проливе.

- Гибралтарский пролив уже давно признан регионом, где приливы индуцируют внутренние волны, которые распространяются в форме пакетов .
- В результате их воздействия происходит перенос осадков, хлорофилла, различных загрязнителей и других веществ . Поэтому знание характеристик и динамики этих волн важно для океанологов.
- Внутренние приливные волны распространяются во всей массе жидкости, и их период, как правило, равен периоду приливообразующей силы.
- Скорость (в метрах в секунду) распространения свободной внутренней волны определяется простой формулой:

$$v$$
 волн = $gh[(p - p'):p]$.

где

g — ускорение свободного падения в метрах на секунду в квадрате; h — толщина нижнего (ниже горизонта скачка плотности) слоя воды в метрах; p и p' — значения плотности воды соответственно нижнего и верхнего слоев.



Определение характеристик ВВ в приливных морях на примере Средиземного моря

Для исследования внутренних волн в Гибралтарском проливе использовались снимки сенсора MODIS (размеры снимков 8461-7331пиксел) а также данные, полученные с помощью спутникового датчика Landsat (размеры снимков 8181-7271пиксел, данные по каналам 1 (синий), 2 (зеленый), 3 (красный) и 4 (ближний инфракрасный диапазон) содержатся в файлах L71201035_03520100530_B30.TIF, L71201035_03520100530_B10.TIF.





Очаги генерации ВВ в Гибралтарском проливе(ETM + Landsat 7), зеленый, красный каналы соответственно 30. 04 2010 года, Координаты мест генерации : широта 035°59'20"N долгота 005°36'25"W.



Landsat/ETM+, 21. 10 2010



Точки A и B – места генерации внутренних волн(совмешенный снимок).



Terra/MODIS, 15. 05 2010

Очаги генерации ВВ и влияние рельефа дна на их формирование в районе Гибралтарского пролива на основе спутниковых снимков Landsat/ETM+ и Terra MODIS с разрешением 30 и 250 м соответственно.

Сравнение характеристик внутренних волн для участка пакета волн.





 Landsat/ETM+ :видимая длина гребней достигает 13 000 м, длина волн на переднем фронте составляет 1020-900 м и постепенно уменьшается к заднему фронту до 500-600 м, скорость волны 3,5 км/ч;

2) Тегга /MODIS : видимая длина гребней в первом пакете достигает 1365 м,
длина волн на переднем фронте составляет 1086 м и постепенно уменьшается к заднему фронту до 500 м, скорость волны 3,37 км/ч.
В пакете насчитывается 8-10 волн.



Определение характеристик ВВ волн в бесприливных морях на примере Черного моря

Чёрное море является регионом, где индуцируют внутренние волны.

Глубоководная часть Черного моря представляет котловину, которая имеет очень ровную поверхность.

Наиболее существенные изменения рельефа дна и активные динамические процессы приходятся на шельфовую зону моря. Основные места генерации ВВ в Черном море



Основные места генерации ВВ в Черном море.



Landsat/ETM+, 13. 10 2011 Определение районов генерации ВВ волн в Черном море





Очаги генерации внутренних волн на северо-западе Чёрного моря, снимки Terra/MODIS

26.09 2011

16.06 2011



Генерация BB связана с подходом в прибрежную зону фронтов сгонно-нагонного происхождения, наблюдающихся в периоды снятия ветрового напряжения и восстановления нарушенной сгоном или нагоном стратификации. Аналогичная ситуация возникает и в Финском заливе на глубинах 40-70 м. Проявления BB в том райоче вызваны неоднородностью поля течений и ветроволновым перемешиванием.



Метеоданные и поле ветра на период 13.10 2010 (Северная часть Черного моря)



Схема циркуляции течений в Черном море



Построение разреза пакета ВВ близи Севастополя(северный район Черного моря) Landsat/ETM+ 13. 10. 2011, 22 : 36.



Эквализация изображений в программе ScanMagic

Дата	Время	Координаты центра пакета	Минимальная длина фронта волны,м	Максимальная длина фронта волны,м	Число волн в пакете	Расстояние между двумя соседними гребнями,м
		044 °18' 37 "N				
13.10 2010	22:36	033 °56' 64"E	5000	13000	11	100-130
		044 °53' 58 "N				
05.07 2011	15:53	033 °41' 42"E	2500	5000	6	90

Заключение

На основе результатов анализа в работе описаны особенности географического распределения внутренних волн в северо-восточной части Чёрного моря, выявлены примерные очаги их генерации, а также высказаны предположения о причинах генерации наблюдаемых внутренних волн.

Таким образом, на основе спутниковых снимков ETM+ и MODIS достаточно хорошо можно определить и описать некоторые характеристики внутренних волн. Основным недостатком данных снимков является недостаточно высокое пространственное разрешение, в результате чего некоторые детали структуры волн не регистрируются, если их размеры меньше размера пикселя. Однако на идентификации самих пакетов внутренних волн это почти не сказывается.

Проведенные исследования продемонстрировали эффективность использования аэрокосмических средств зондирования для регистрации внутренних волн и измерения их основных характеристик. Нами обнаружено хорошее согласие между измеренными параметрами внутренних волн для спутниковых датчиков двух разных ИСЗ.

Использованная литература

- ▶ Бондур В.Г., Морозов Е.Г., Гребенюк Ю.В. Радиолокационное наблюдение и численное моделирование внутренних приливных волн у побережья Северо-Западной Атлантики.//М.: Аэрокосмос,2004. 4.
- Царев В.А., Коровин В.П. Неконтактные методы измерения в океанологии. Учебное пособие.// СПб. РГГМУ,2005.184.
- » Рис У. Основы дистанционного зондирования. // М.: Техносфера, 2006. 246 .

- ▶ Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы).//Л.: Энергоатомиздат, 1983. 272.
- ▶ Коняев К.В., Сабинин К.Д. Волны внутри океана.//СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 129.
- Дикинис А.В., Иванов А.Ю., Карлин Л.Н. Атлас аннотированных радиолокационных изображений морской поверхности, полученных космическим аппаратом "Алмаз-1". // М.: ГЕОС, 1999. 46.
- Мясоедов А.Г., Кудрявцев В.Н. Ученые записки № 16. Оценка контрастов поверхностных проявлений океанических явлений по изображениям солнечного блика.
- Cox C., and W. Munk (1954a). Statistics of the sea surface derived from sun glitter. J.Mar. Res., 13. 198–227.
 - Cox C., and W. Munk (1954b). Measurement of the roughness of the sea surface from photographs of the Sun's glitter. J. Opt. Soc. Amer., 44. 838–850.

Спасибо за внимание.

