

Определение характеристик морского волнения по цифровым фотографиям

Смирнов М.Т., Ермаков Д.М.

Фрязинский филиал

Института радиотехники и электроники РАН,

e-mail: smirnov@ire.rssi.ru

Эксперименты

Наши съемки составная часть комплексных экспериментов
(см. стендовые доклады)



Геленджик 2004



Кацивели (Крым) 2005

Цели и задачи работы

□ Основная цель работы

- исследование возможностей определения характеристик морского волнения по его цифровым фотографиям для задачи определения спектра морского волнения совместно с СВЧ радиометрическими измерениями

□ Одна из основных задач работы

- выделение параметров, которые могут быть определены по цифровым фотографиям и использованы для параметризации характеристик волнения при обработке СВЧ радиометрических данных

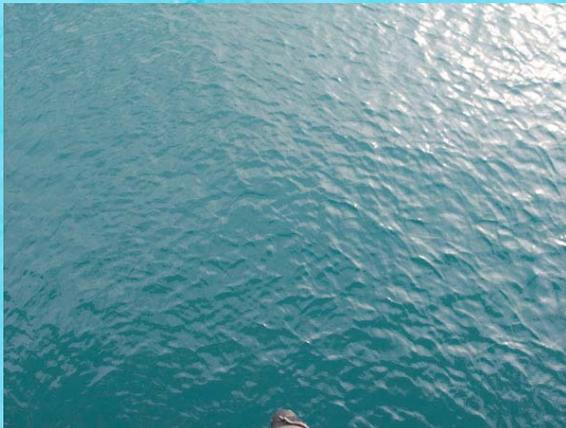
□ Специфическая особенность задачи

- необходимость исследования спектра волнения в области коротких длин волн (до 1 см и короче)

Фотокамера

- Olympus 8080 WZ
- Размер кадра 3264x2448
- ПЗС-матрица 2/3" (6.60 x 8.80 мм)
- Объектив широкоугольный
 - 15 линз в 13 группах, 2 асферических эл., 3 ED линзы
- Фокусное расстояние - 7.1 – 35.6 мм
 - (эквивалентно 28 – 140 мм в 35-мм камере)
- sRGB
- Формат – RAW, TIFF , JPEG, поддержка Exif 2.2
- Память 1 ГГБ (~ 80 кадров в RAW формате)

Типовые условия съемки



Вблизи надира,
высота 4 м



Вблизи надира,
высота 15 м

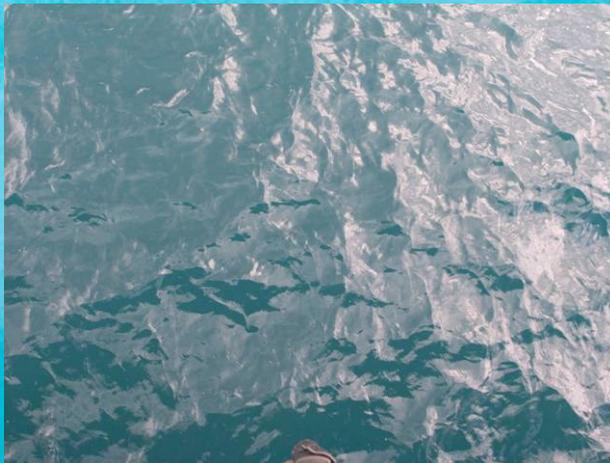


Наклонно,
высота 4 м

Пространственное
разрешение

~ 1 мм при 4 м,
~ 4 мм при 15 м

Типичные состояния поверхности



Изображение морской поверхности и его спектральные характеристики

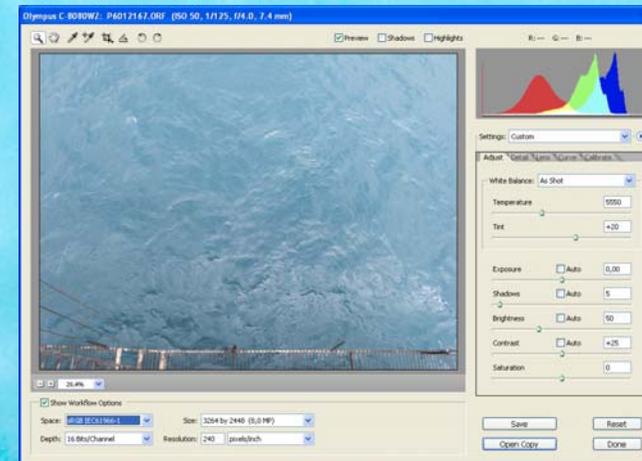
- ❑ Видимое излучение, регистрируемое над взволнованной водной поверхностью в отсутствии солнечных бликов, состоит из двух компонент:
 - 1) части солнечного излучения, диффузно рассеянного атмосферой в направлении поверхности и зеркально отраженного ей;
 - 2) части солнечного излучения, вошедшего в водную толщу, обратно рассеянного ей и вышедшего на поверхность.

- ❑ В зависимости от условий наблюдения и характеристик волнения относительные вклады этих компонент в регистрируемый сигнал могут существенно меняться

- ❑ Излучение разных цветовых диапазонов проникает в водную толщу и рассеивается существенно по-разному, что приводит к основной разнице в пространственных характеристиках изображений

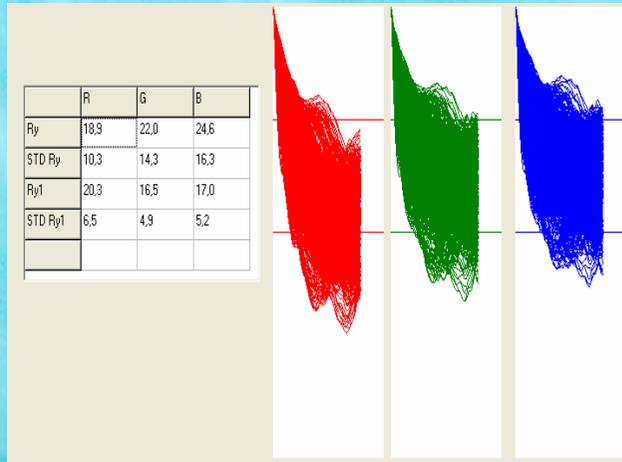
Обработка фотографий

- RAW (ORF) ► TIFF 16 бит
 - Сохранение информативности, особенно в красном канале
- Выделение фрагмента 1024x1024
- Корреляционный и спектральный анализ по каждому из каналов R, G, B
- Анализ результатов в зависимости метеоусловий и внешних мешающих факторов
- Выбор признаков для классификации типов волнения



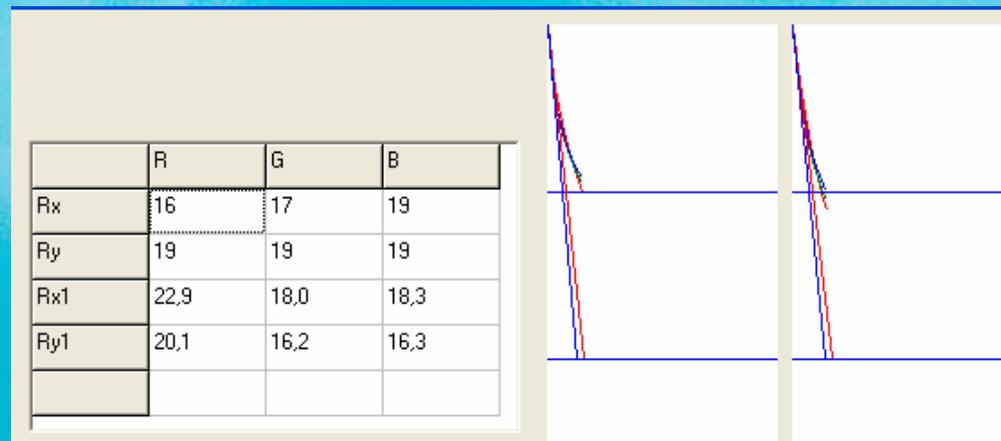
Корреляционный анализ

- ❑ Оценки радиуса корреляции по порогу и наклону корреляционной функции

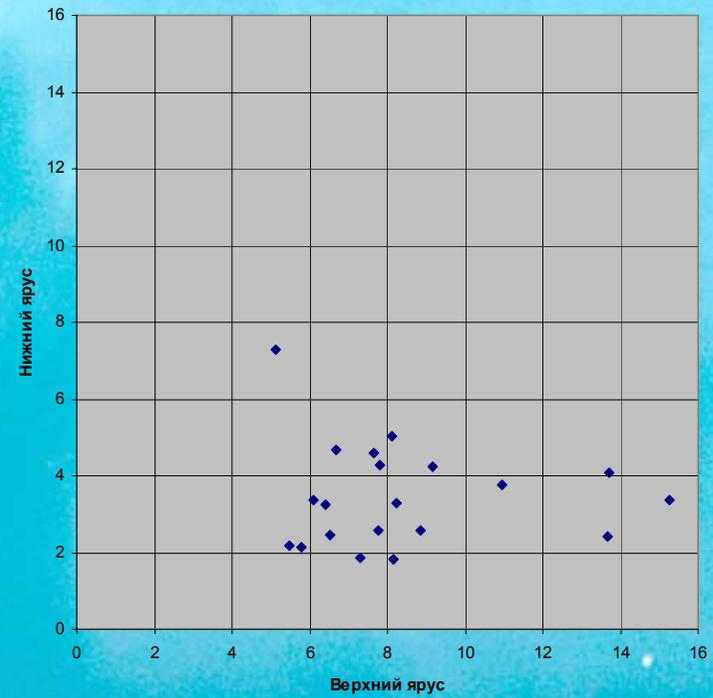
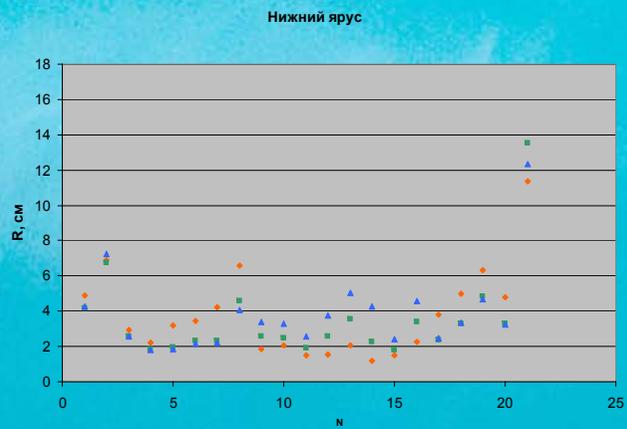
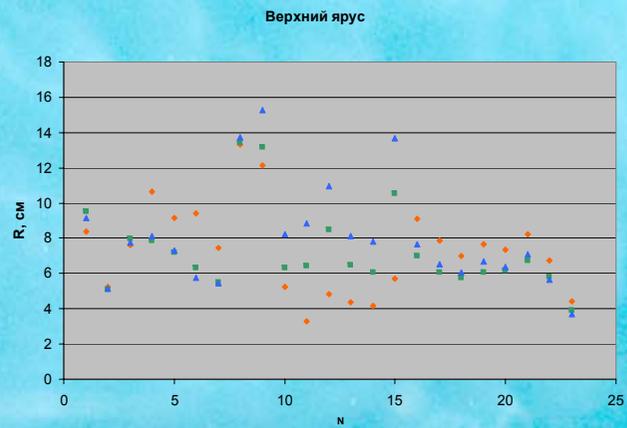


✓ Автокорреляционная функция по строкам и столбцам

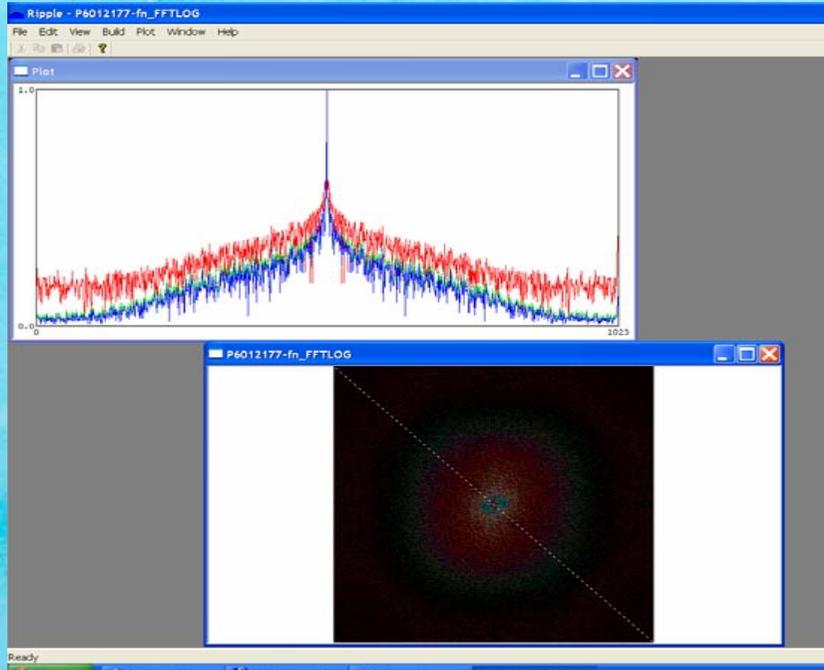
✓ Двумерная автокорреляционная функция



Изменчивость радиуса корреляции

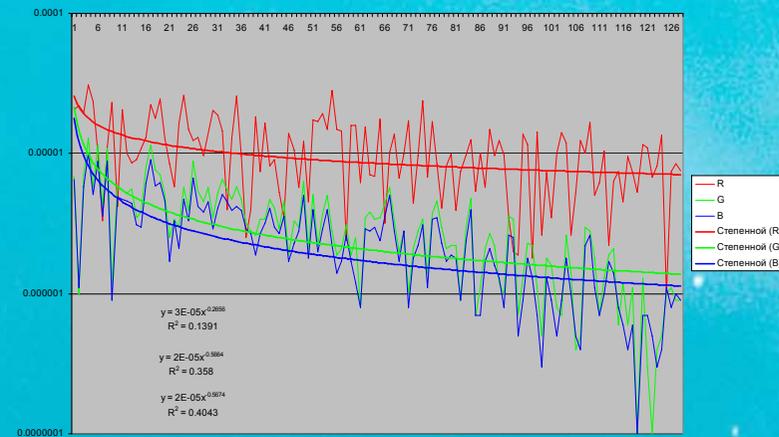
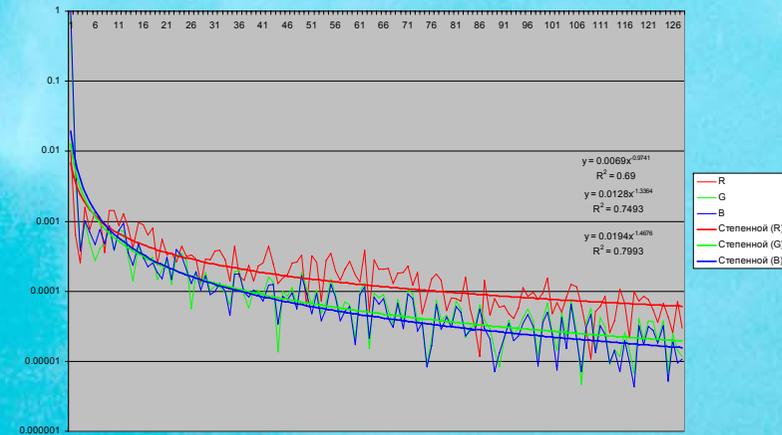


Спектральный анализ

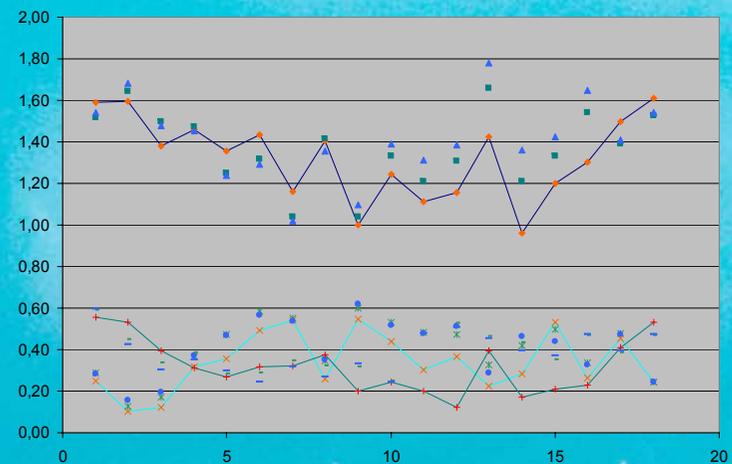
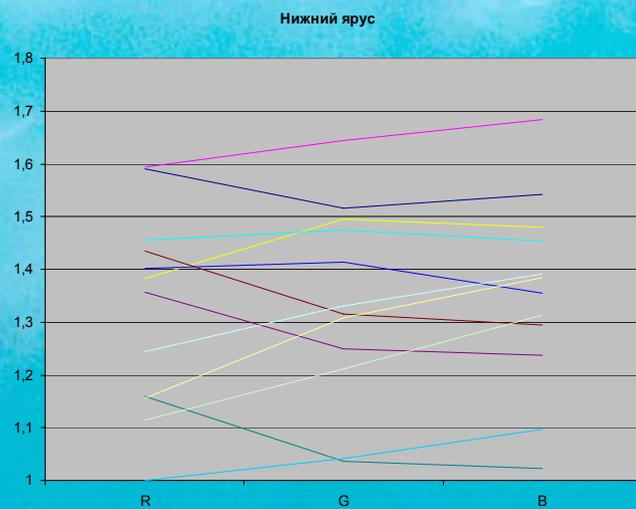
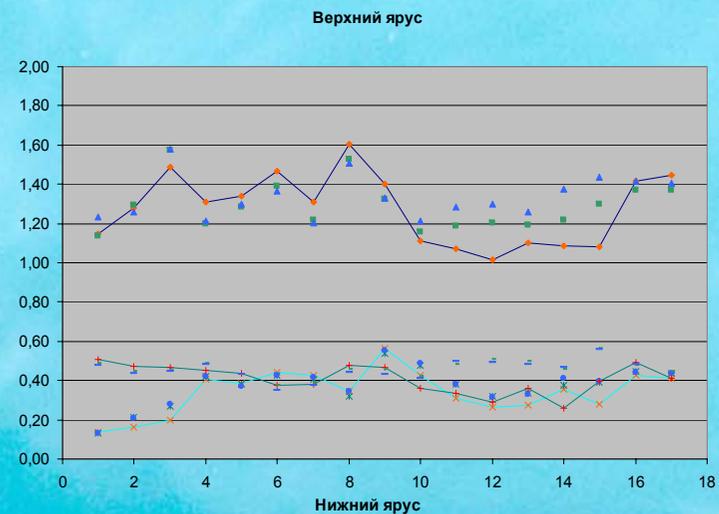
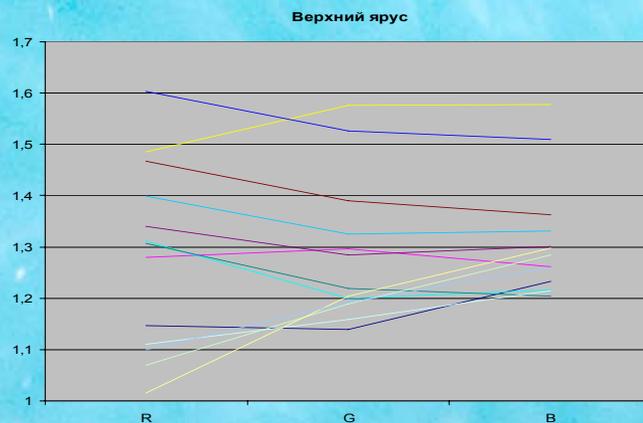


В высокочастотной области

$$G(\lambda, k) \approx A_\lambda k^{\gamma(\lambda)}$$



Параметр γ аппроксимации спектра



Проблемы

- Сильная зависимость оценок от условий внешнего освещения
- Проблематично использовать снимки с яркими бликами
- Требуется сформировать пространство параметров для адекватной классификации состояния волнения
- Большой объем информации

Выводы и перспективы

- Современные цифровые фотокамеры обеспечивают высокое пространственное разрешение снимков и широкий динамический диапазон по яркости
- Предварительный анализ результатов показал перспективность использования цифровых фотографий для классификации типов волнения и определения их характеристик
- Обработка фотографий будет продолжена с целью сопоставления с результатами других синхронных измерений (метеоданных, волнографа, СВЧ радиометрических данных и др.)