

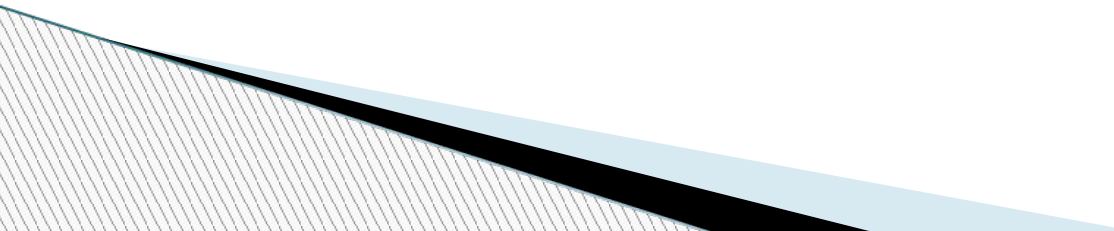


# Численное моделирование штормовых условий на Черном море на примере новороссийской боры

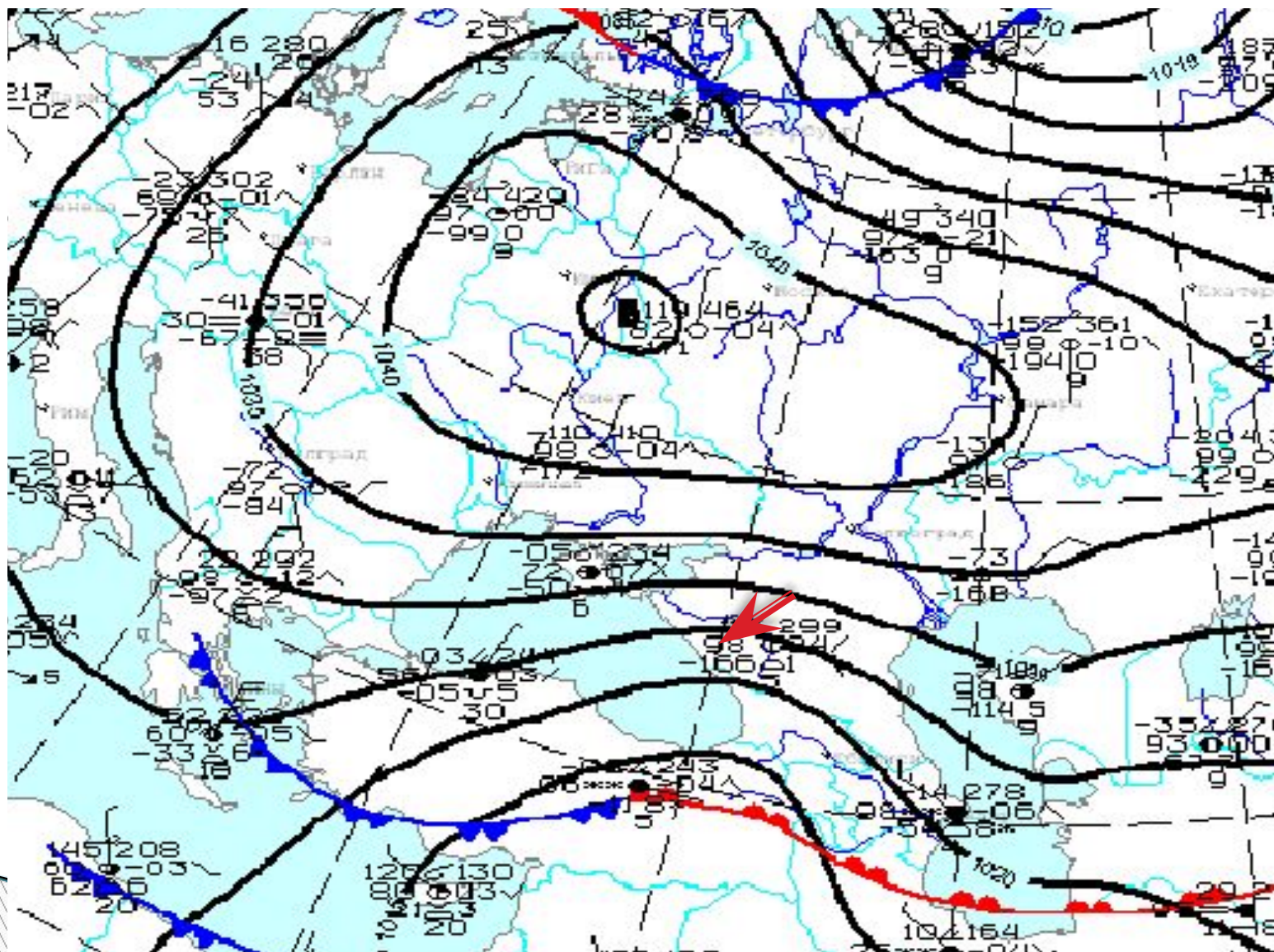
Торопов П.А., Мысленков С.А., Самсонов Т.А.

Санкт-Петербург, 24-26 мая, 2012

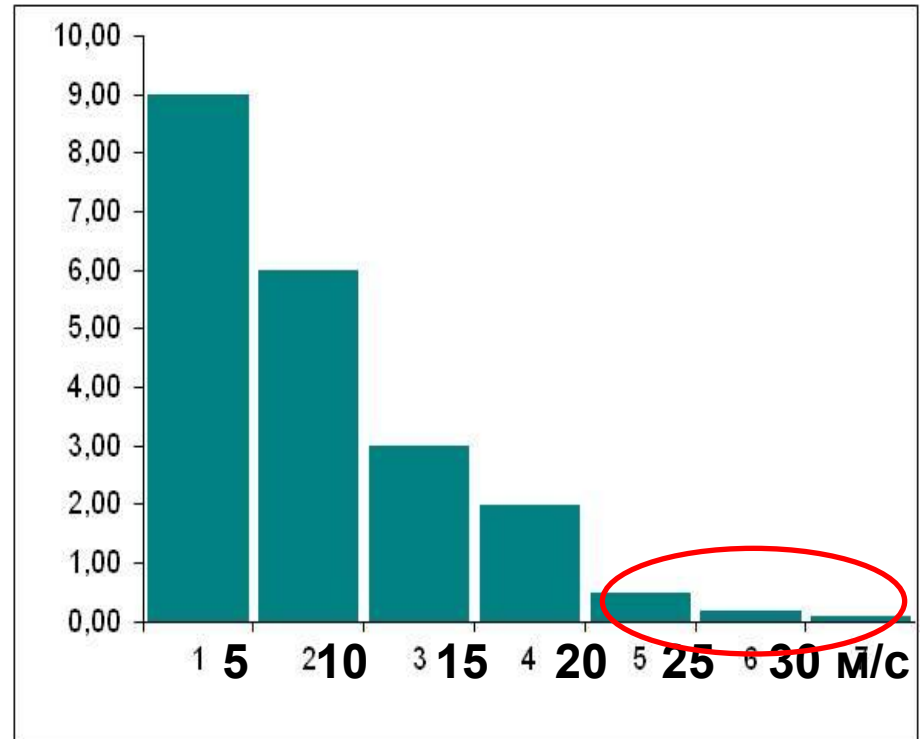
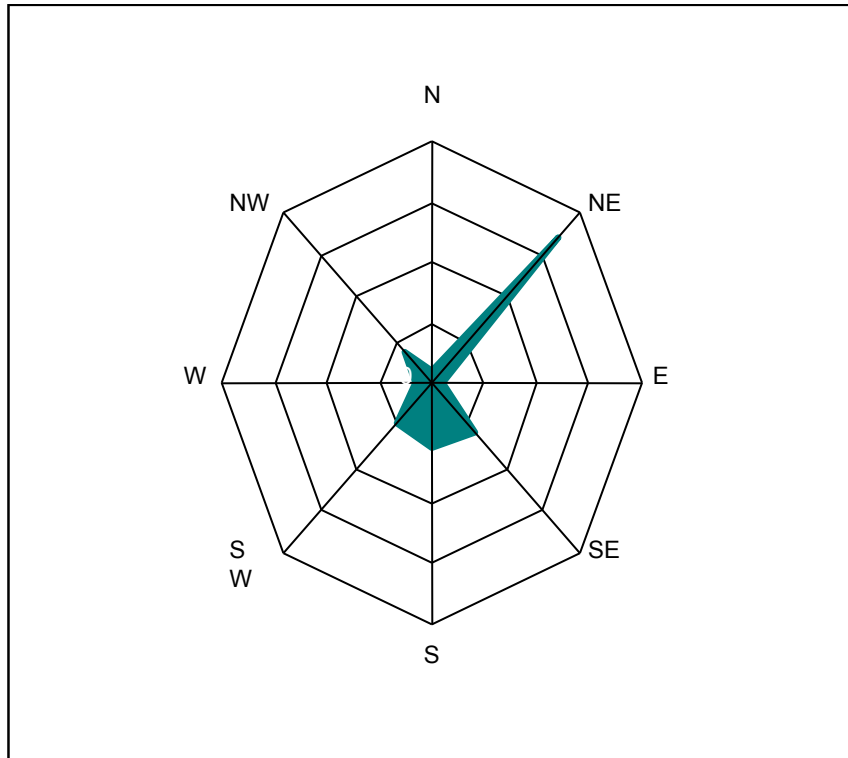
# Поставленные задачи

- ❑ Оценить успешность воспроизведения новороссийской боры моделью WRF-ARW на качественном уровне. Бору ли мы воспроизводим?
  - ❑ Получить количественные оценки точности прогноза
  - ❑ С помощью модели SWAN оценить отклик морского волнения во время боры
- 

# Антициклоническая бора

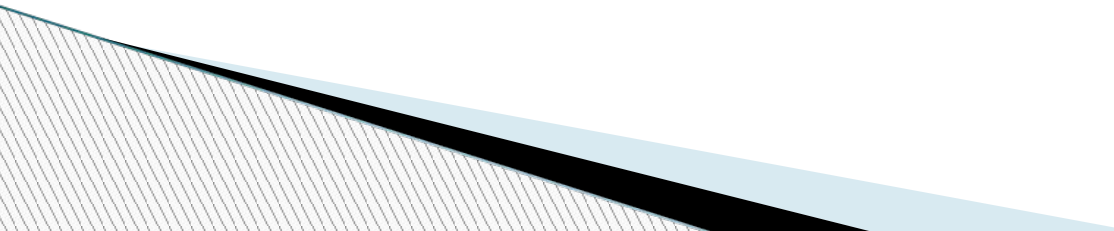


# Климатология явления



**Один раз в 10 лет в Новороссийске случается катастрофическая бора, которая приводит к значительным разрушениям и человеческим жертвам**

# Конфигурация модели

- негидростатичность
  - наличие 27 вертикальных уровней (верхняя граница на уровне 50 гПа)
  - параметризация микрофизических процессов в облаках по схеме Томпсона
  - параметризация коротковолновых потоков радиации по схеме RRTM (Rapid Radiation Transfer Model),
  - параметризация длинноволновых потоков радиации по схеме Годдарда
  - параметризация турбулентности в приземном слое в соответствии с теориями Мони́на-Обухова и Зилитинкевича;
  - параметризация подстилающей поверхности по схеме NCEP/NCAR, учитывающей температуру и влажность почвы на 4-х уровнях, а также поддерживающую снежный покров и замёрзшую почву
  - параметризация планетарного пограничного слоя по схеме Меллора-Ямады-Жанжина, рассчитывающей турбулентную кинетическую энергию и поддерживающую вертикальное перемешивание.
- 

# Выбранная конфигурация WRF-ARW и описание эксперимента

параметризация микрофизических процессов в облаках по схеме Томпсона

параметризация коротковолновых потоков радиации по схеме RRTM (Rapid Radiation Transfer Model)

параметризация длинноволновых потоков радиации по схеме Годдарда

параметризация турбулентности в приземном слое в соответствии с теориями Момина-Обухова и Зилитинкевича;

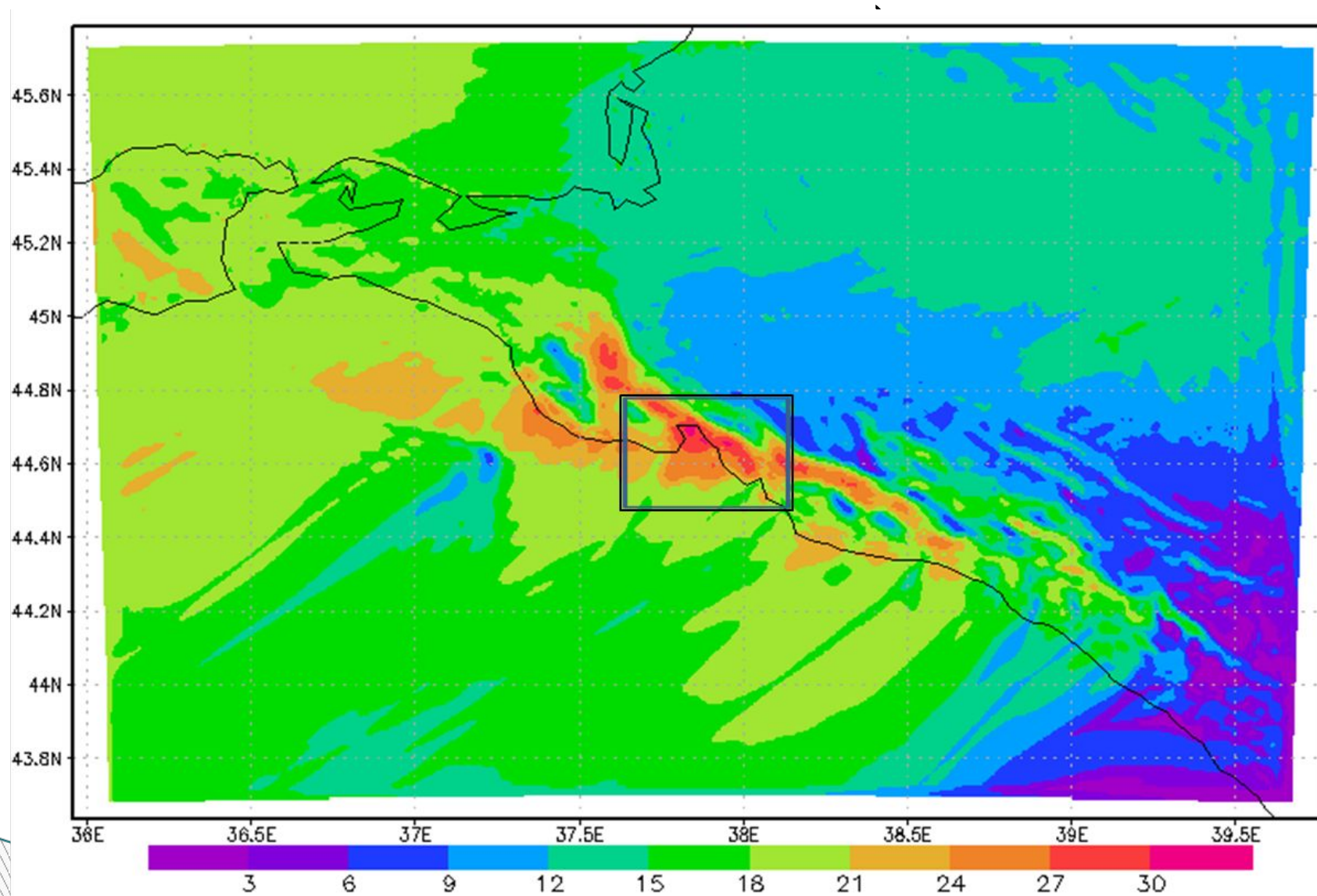
параметризация подстилающей поверхности по схеме NCEP/NCAR

параметризация планетарного пограничного слоя по схеме Меллора-Ямады-Жанжина

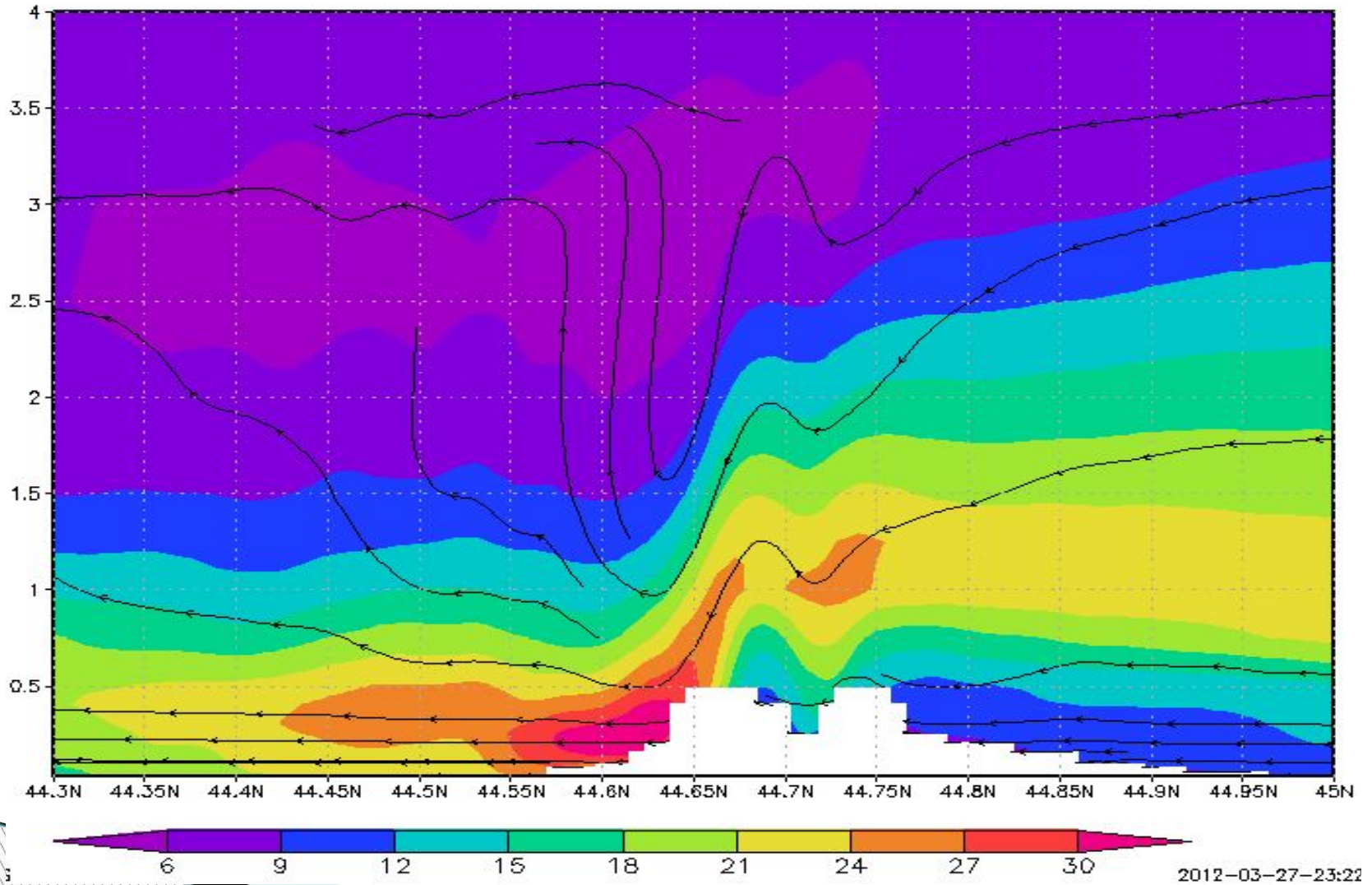
Начальное время	разрешение	Кол-во уровней	Время интегрирования	Начальные данные	Счетный ресурс
26.01.0:00	2 км	27 (от 0 до 4 км)	72 часа	Анализ FNL (разрешение 1°, каждые 6 часов)	Altix, Гидрометцентр 256 процессоров



# Пространственная структура норд-оста

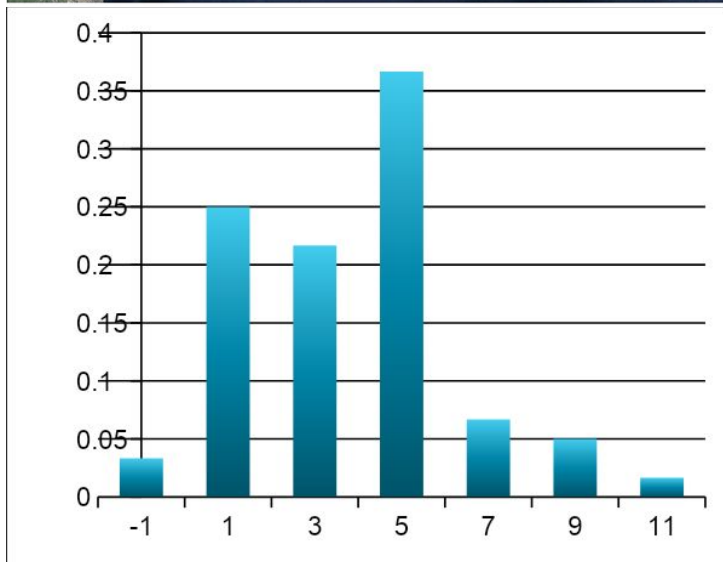
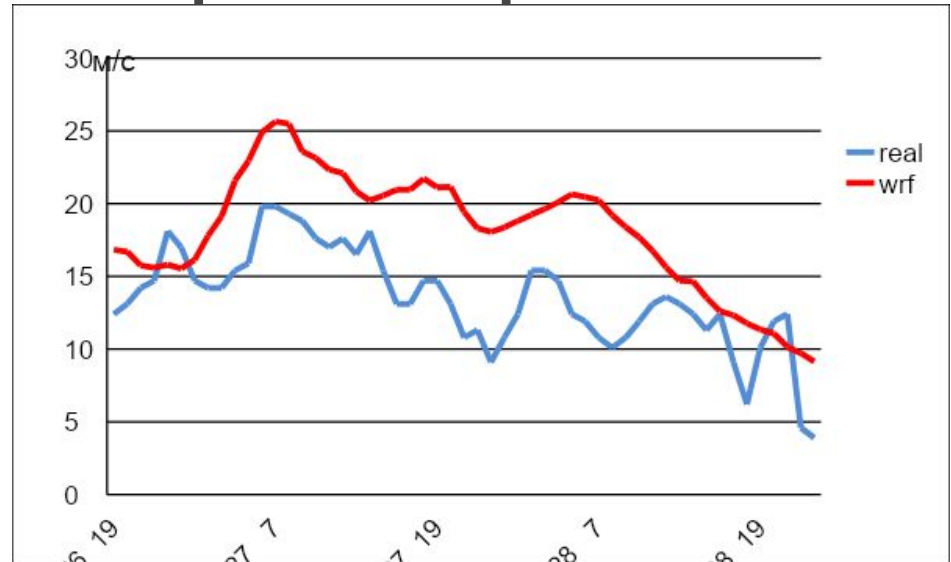


# Вертикальный разрез скорости ветра по результатам WRF-ARW (26.01.2012)

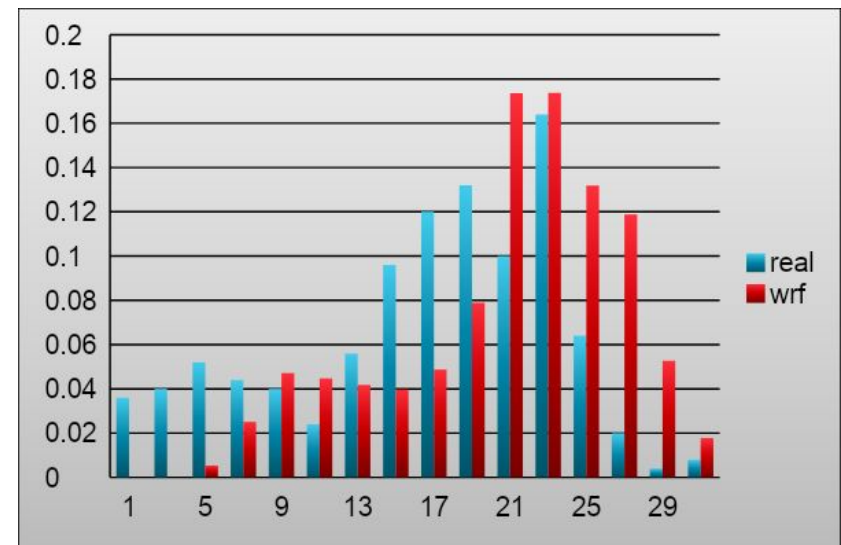




# Примеры оценок расчетов скорости ветра 26.01.2012



**Функция распределения ошибок прогноза скорости ветра**

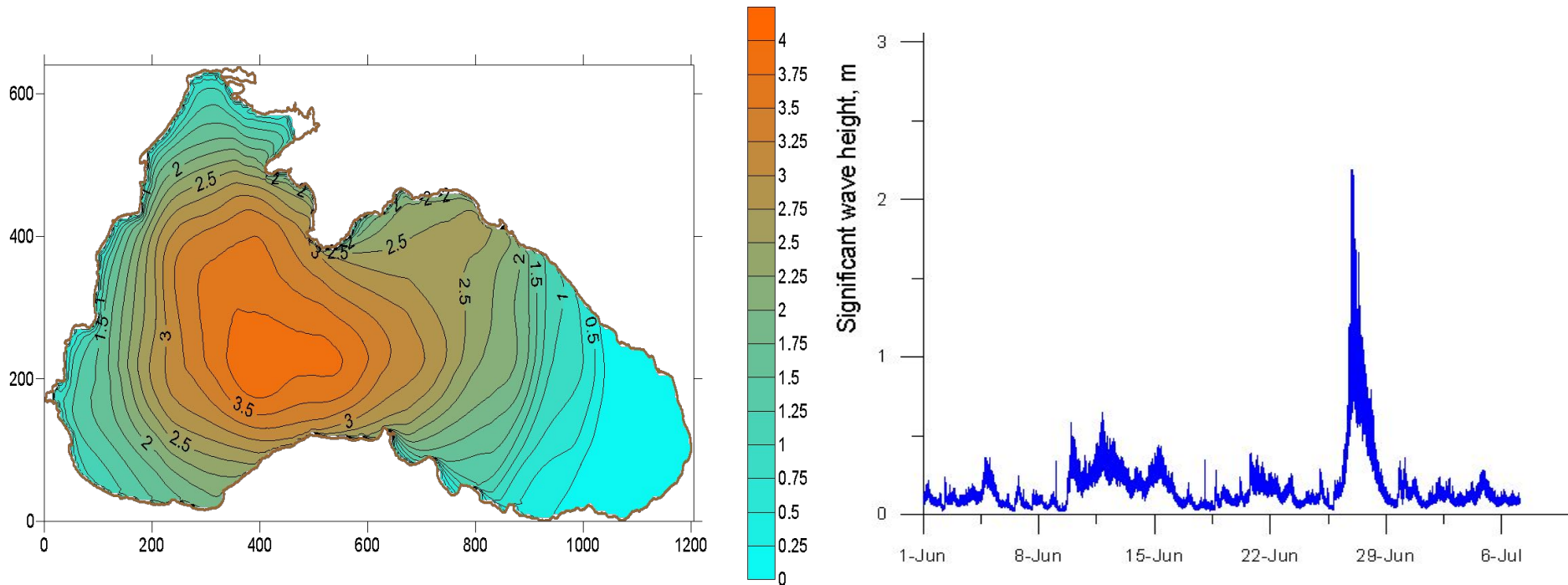


**Пространственная функция распределения скорости ветра**

# Analysis of wind wave in Black Sea by Spectral wave model SWAN

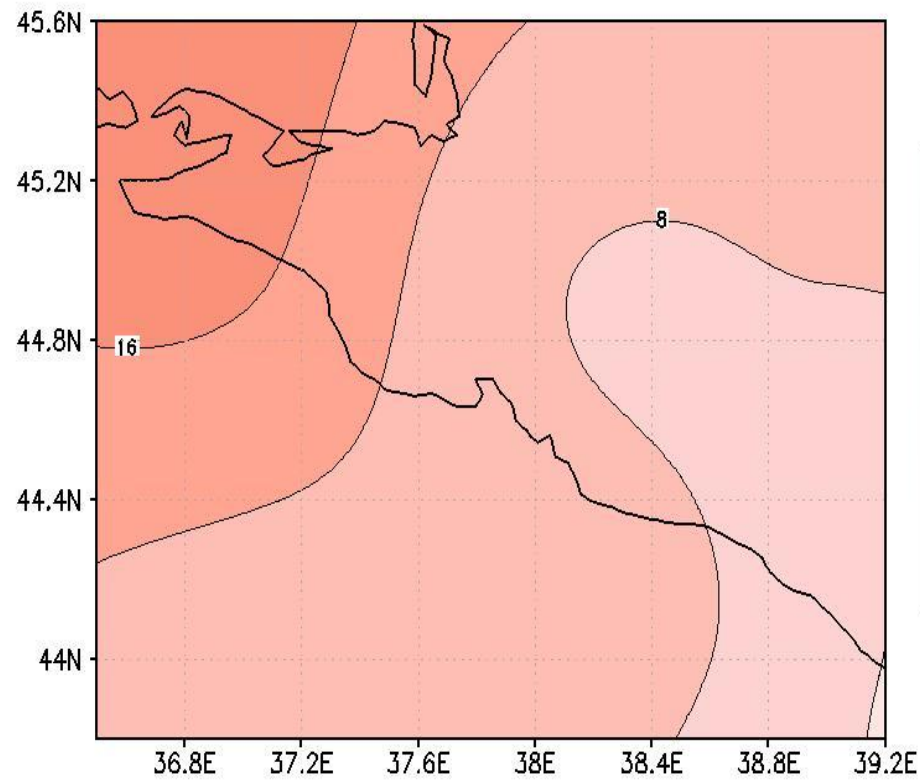
Bathymetry of Black Sea  
5x5 km

NCEP-NCAR  
~1,9x1,9; 4-daily; 1948-2010

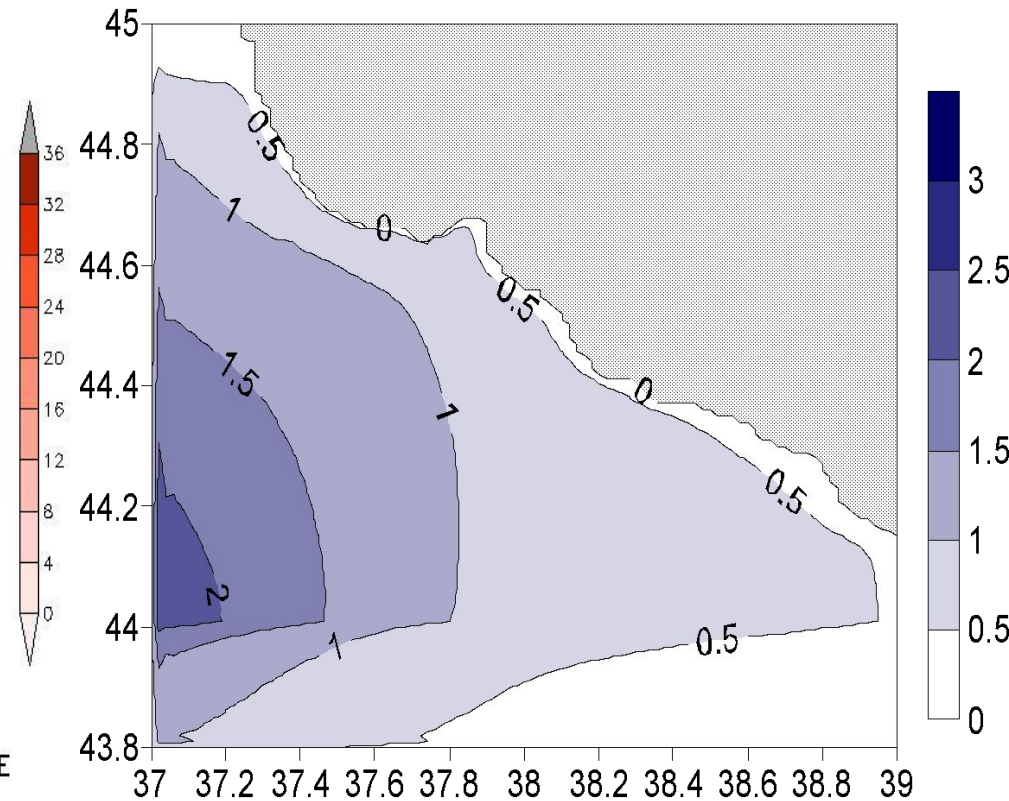


**Black Sea Storm June 2011: Wave sensor data (Gelendjik) and results of Swan modeling**

# Моделирование высоты волны с помощью модели SWAN на основе результатов анализа FNL (50x100 км) 26.01.2012



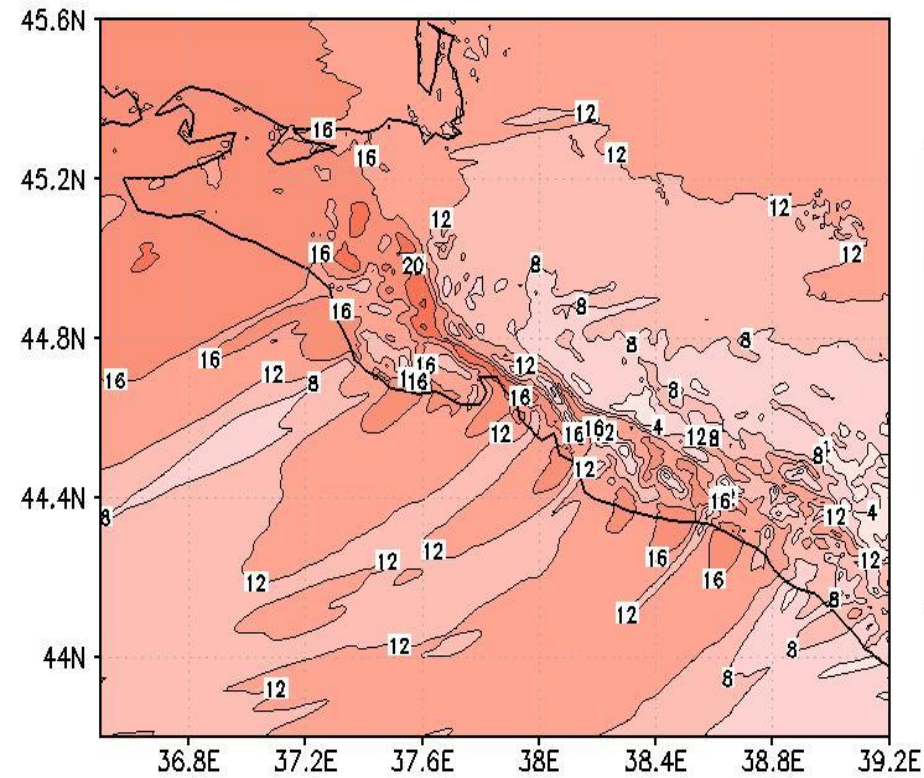
**Модуль скорости ветра (FNL)**



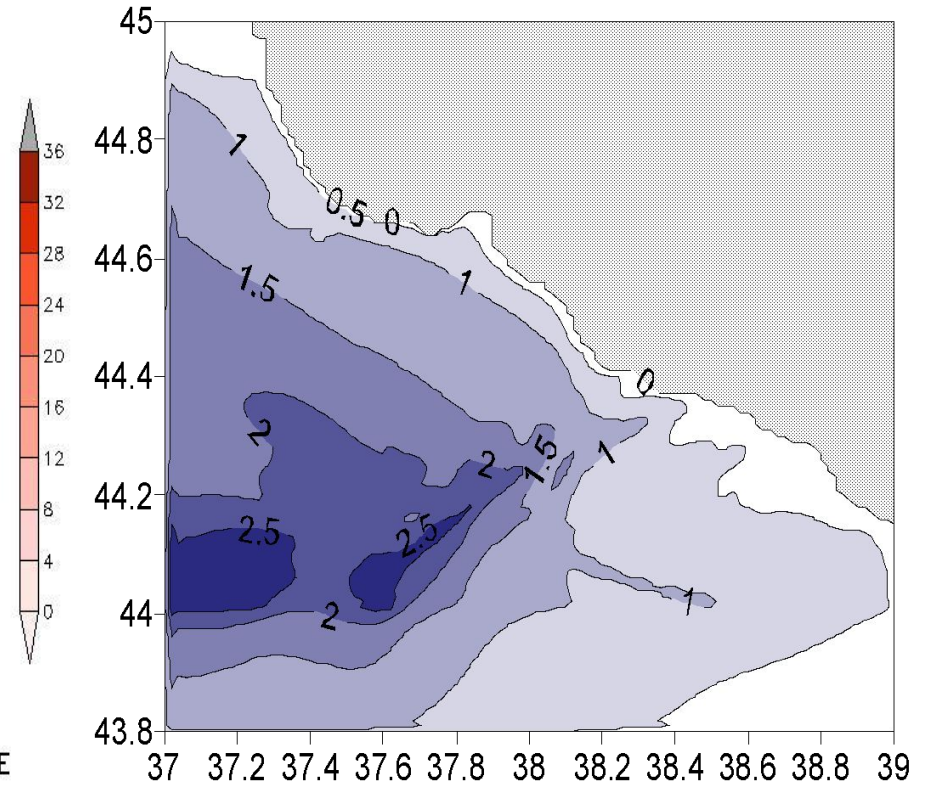
**Высота волны по данным SWAN**



# Моделирование высоты волны с помощью модели SWAN на основе результатов модели WRF-ARW (2x2 км) 26.01.2012

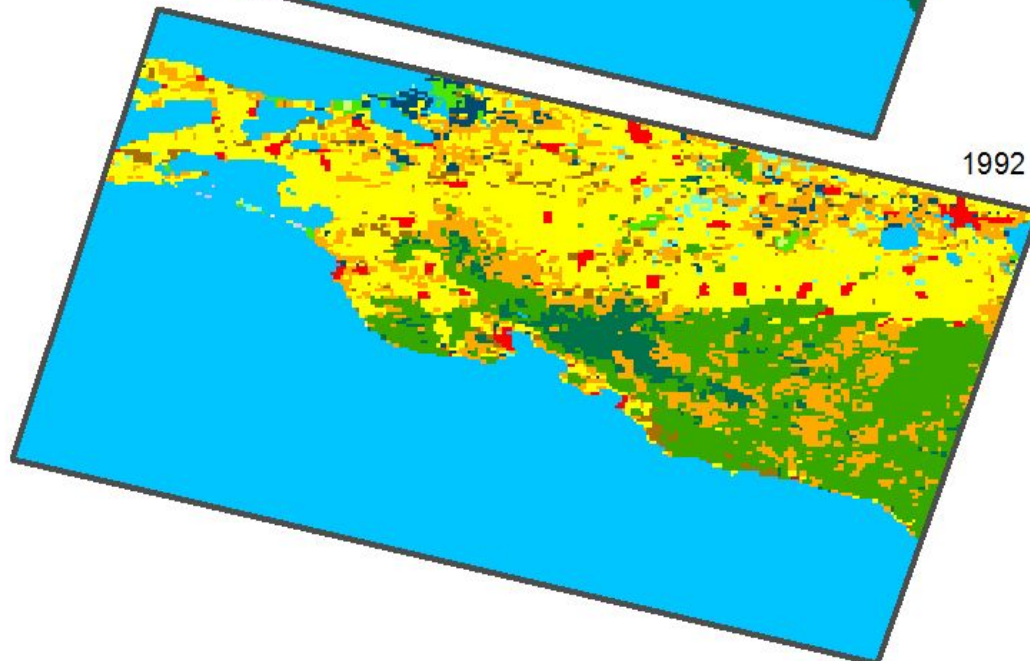
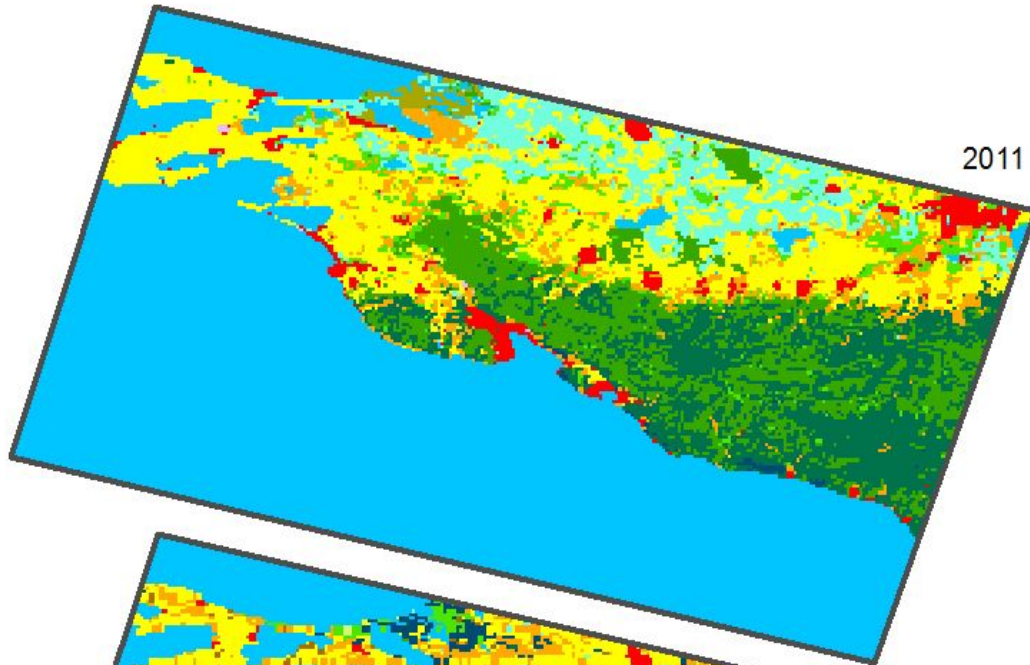


Модуль скорости ветра (WRF-ARW)



Высота волны по данным SWAN

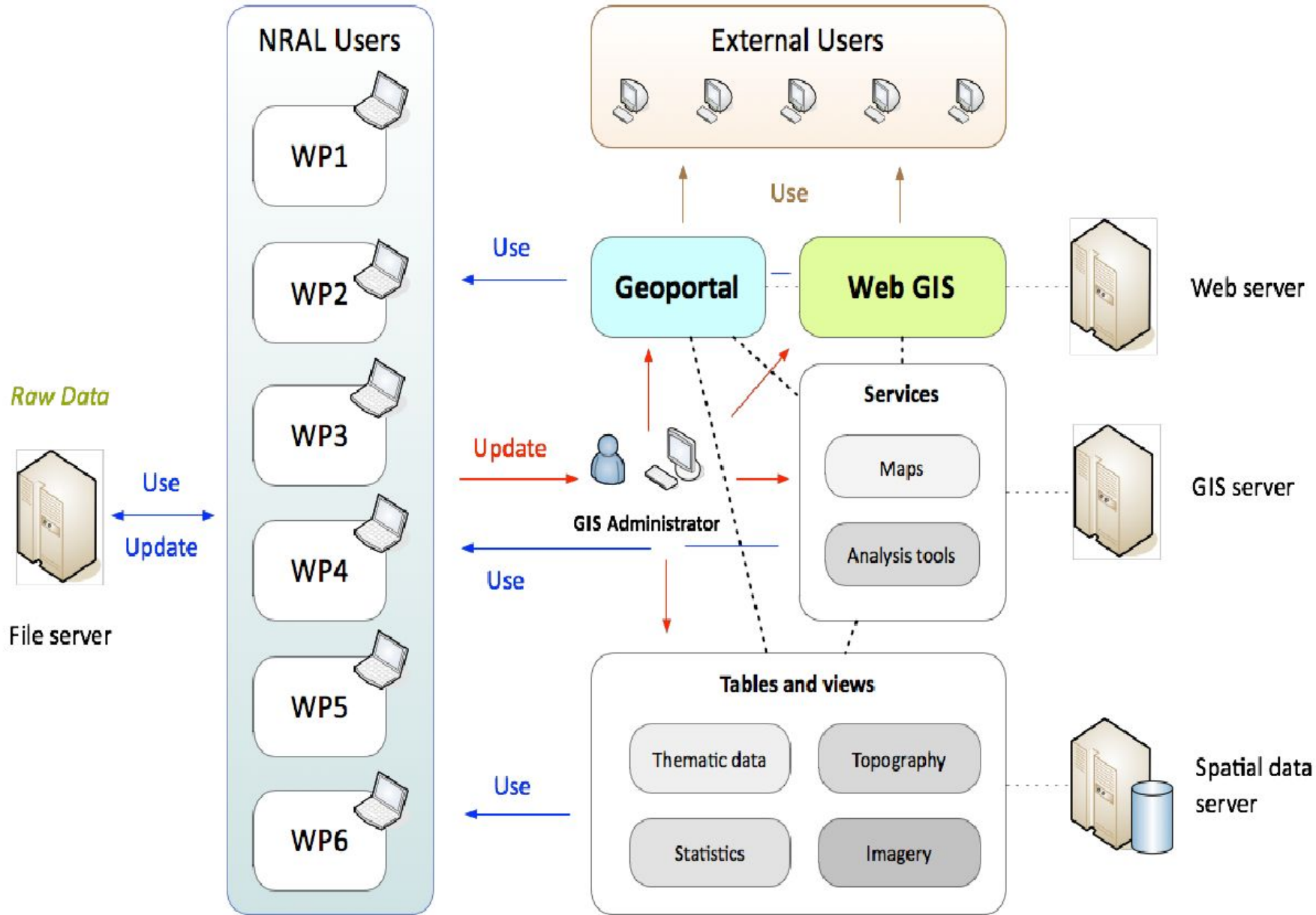
# Уточнение подстилающей поверхности в WRF-ARW



## Тип подстилающей поверхности

-  Городская застройка
-  Неорошаемое земледелие и пастбища
-  Орошаемое земледелие и пастбища
-  Земледелие и луга вперемежку
-  Земледелие и леса вперемежку
-  Луга
-  Заросли кустарников
-  Леса лиственные листопадные
-  Леса хвойные вечнозеленые
-  Леса смешанные
-  Водные объекты
-  Болота травянистые
-  Пустоши и редкая растительность





# База пространственных данных (MS SQL Server 2012)

Geostatistical Analyst - Geostatistical Analyst

Table Of Contents

- Layers
- oceanis.DBO.Test\_1\_Events
  - Temperature
    - 5,200000 - 5,600000
    - 5,600001 - 6,100000
    - 6,100001 - 6,600000
    - 6,600001 - 7,300000
    - 7,300001 - 8,200000
- Radial Basis Functions
  - Prediction Map [oceanis.DBO.Test\_1\_Fe]
  - Filled Contours
    - 5,2 - 5,41631394
    - 5,41631394 - 5,65063252
    - 5,65063252 - 5,90445434
    - 5,90445434 - 6,17940273
    - 6,17940273 - 6,47723613
    - 6,47723613 - 6,79985934
    - 6,79985934 - 7,14933574
    - 7,14933574 - 7,52790039
    - 7,52790039 - 7,87737678
    - 7,87737678 - 8,2

Geostatistical wizard - Radial Basis Functions step 2 of 2 - Cross Validation

Source ID	Measured	Predicted	Error
302	5.3	6.249...	0.949172315920306
303	5.2	5.061...	-0.13855364784071
304	5.6	6.442...	0.842336166997123
305	6.4	5.604...	-0.795748163769916
306	5.4	6.268...	0.868842123775761
307	6.4	5.722...	-0.67701334771559
308	6.6	6.217...	-0.382389349087406
309	5.9	6.680...	0.780723278212569
310	7	6.742...	-0.25785425862429
311	6.8	6.691...	-0.10860802488684
312	6.5	6.554...	0.05453138290669
313	6.9	6.257...	-0.64222132305867
314	6.5	5.798...	-0.70128965582552
315	6.4	7.129...	0.729307701415277
316	6.6	6.572...	-0.02702819358181
317	7.5	7.525...	0.02504759721190
318	7.6	7.539...	-0.06072261725201
319	7.2	6.519...	-0.68045866008540
320	6.1	6.558...	0.45884091748312
321	5.4	5.884...	0.48400391258044
322	5.5	5.805...	0.30542755275083

Predicted

Predicted / Error

Regression function:  $0,710811870786458 * x + \dots$

**Prediction Errors**

Samples	29 of 29
Mean	0,005838964
Root-Mean-Square	0,5032171
Export Result Table	

< Back Next > Finish Cancel

38 078 44 578 Decimal Digits

# Основные результаты

- Можно с уверенностью констатировать, что модель WRF-ARW воспроизводит именно бору, так как вертикальная и пространственная структура явления соответствует норд-осту
- Воспроизводится волновая структура явления, отчасти выполняется и гидравлическая теория
- Усовершенствована технология оценок результатов прогноза
- На основе результатов WRF-ARW с помощью волновой модели SWAN рассчитано ветровое волнение. Показано, что на основе результатов WRF волнение воспроизводится более адекватно
- Создана архитектура Web-Gis по природным рискам, показаны первые примеры ее использования