

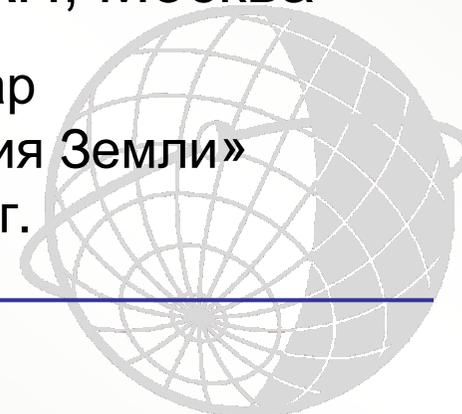
**Алгоритмы дискретного
математического анализа (ДМА)
для обработки геофизических
данных и возможность
их применения к обработке данных
дистанционного зондирования**

Добровольский М. Н., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р.,
Лебедев С. А.

Геофизический центр РАН, Москва

Институт космических исследований РАН, Москва

Третья международная Школа-семинар
«Спутниковые методы и системы исследования Земли»
г. Таруса, 28 февраля – 5 марта 2012 г.

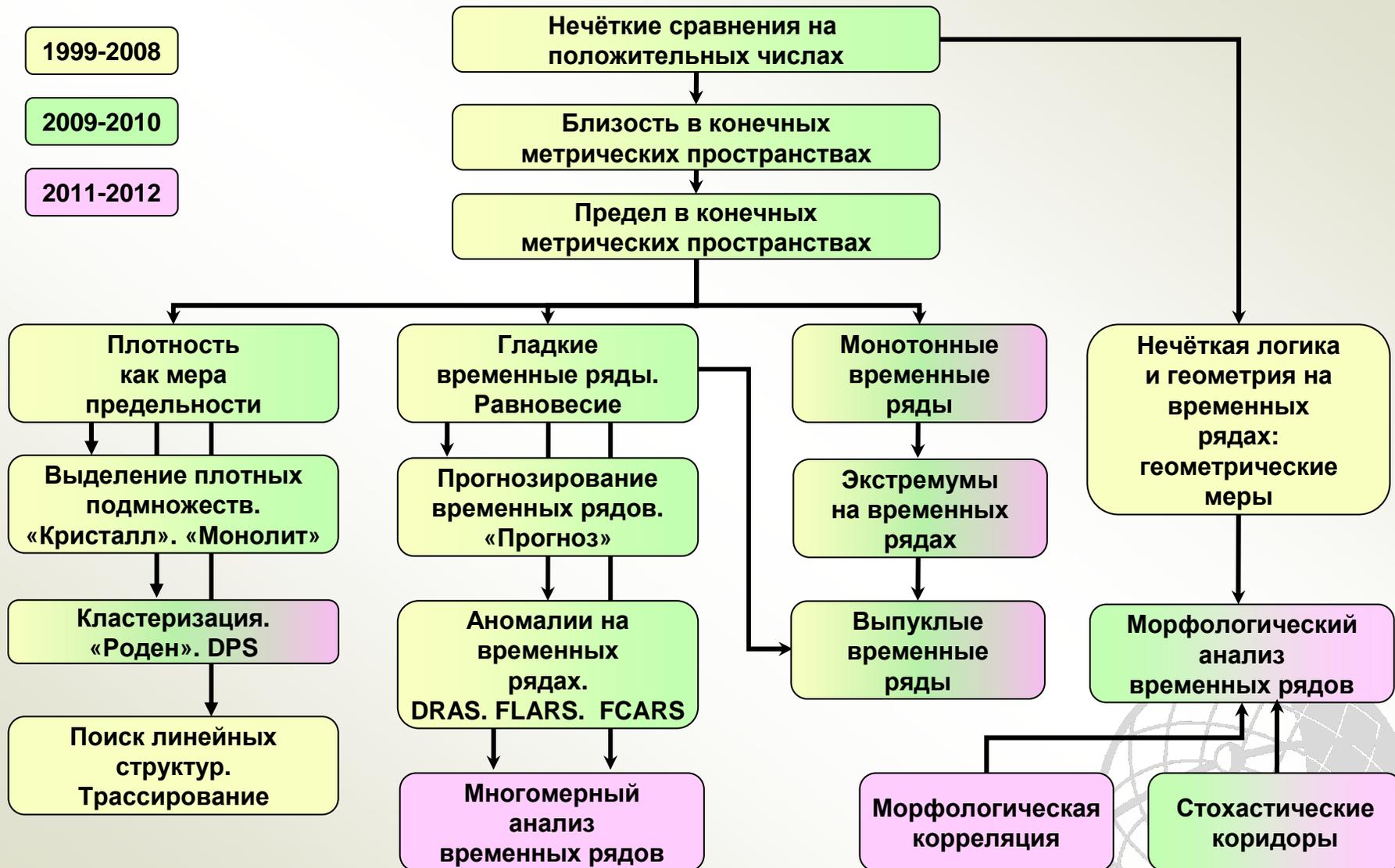


Содержание

1. Выделение плотных областей
2. Аномалии на временных рядах
3. ДМА-производная

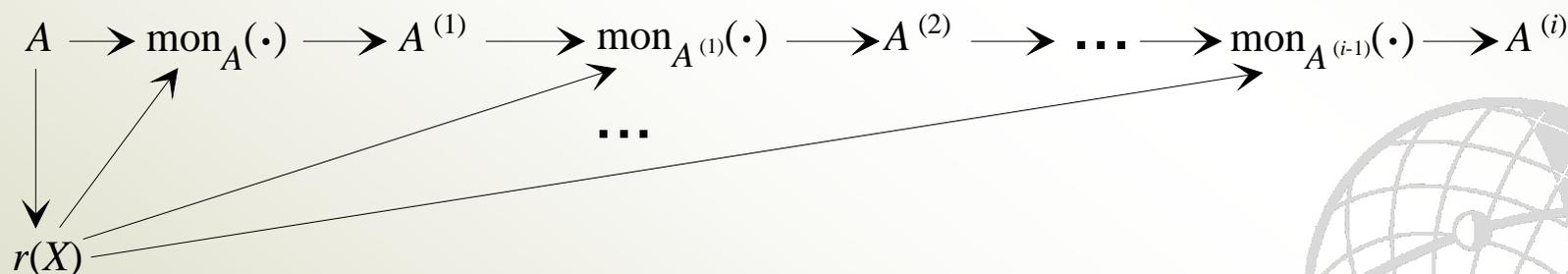


Динамика развития ДМА

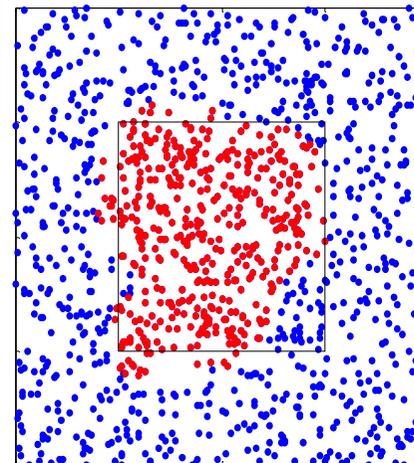
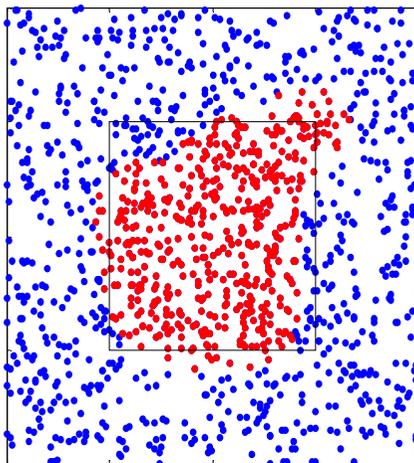
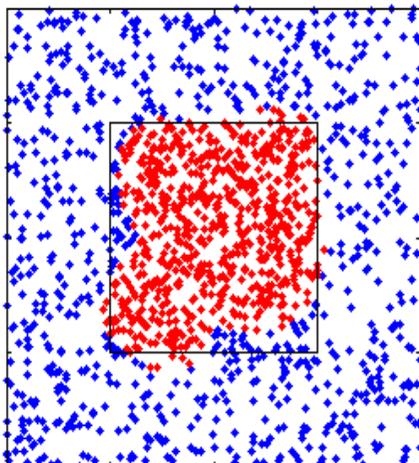
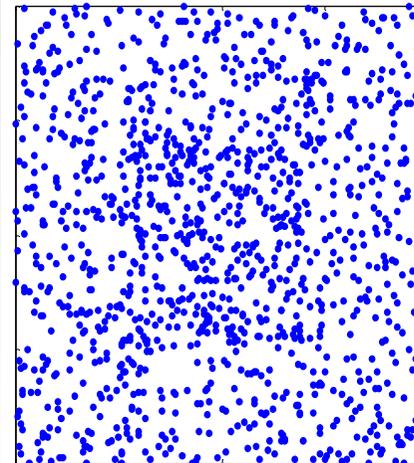
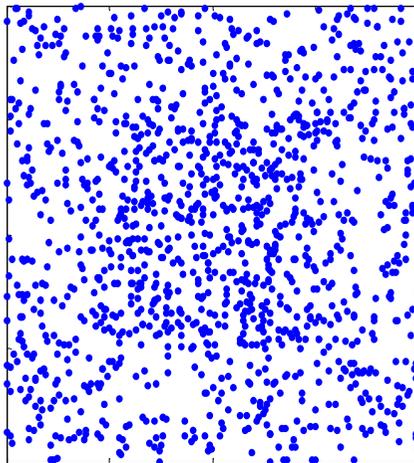
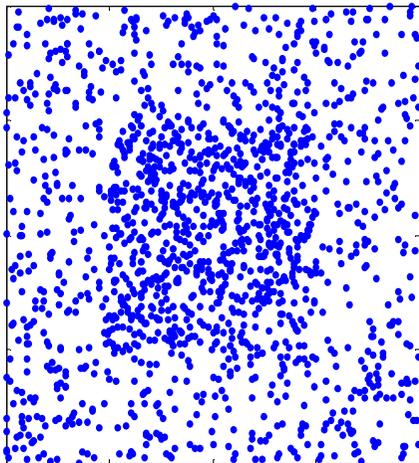


Алгоритм «Монолит»

- X – многомерный массив, A – подмножество X
- $mon_A x$ – монолитность A в x (мера близости x к A)
- $Mon_A X$ – точки с большой монолитностью
- Переход $A \rightarrow A^{(1)} = Mon_A X$ – «топологическое сглаживание»
- Параметры алгоритма:
 - радиус локализации $r(X)$
 - параметры монолитности
 - параметр выбора больших значений
 - количество итераций i
- Схема алгоритма:



Алгоритм «Монолит». Синтетические примеры

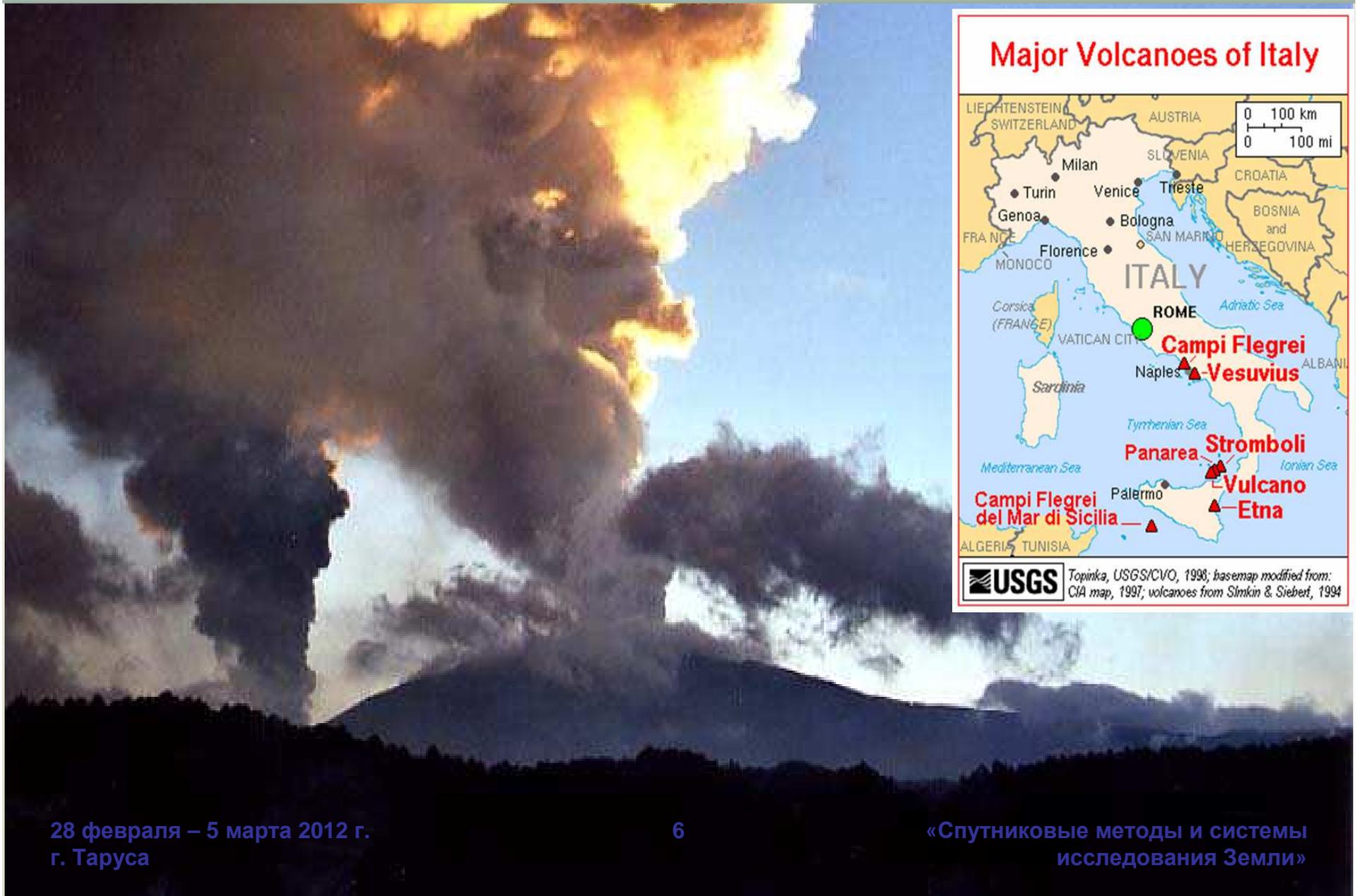


18 итераций

25 итераций

28 итераций

Алгоритм «Монолит». Вулкан Этна - 1



28 февраля – 5 марта 2012 г.
г. Таруса

6

«Спутниковые методы и системы
исследования Земли»

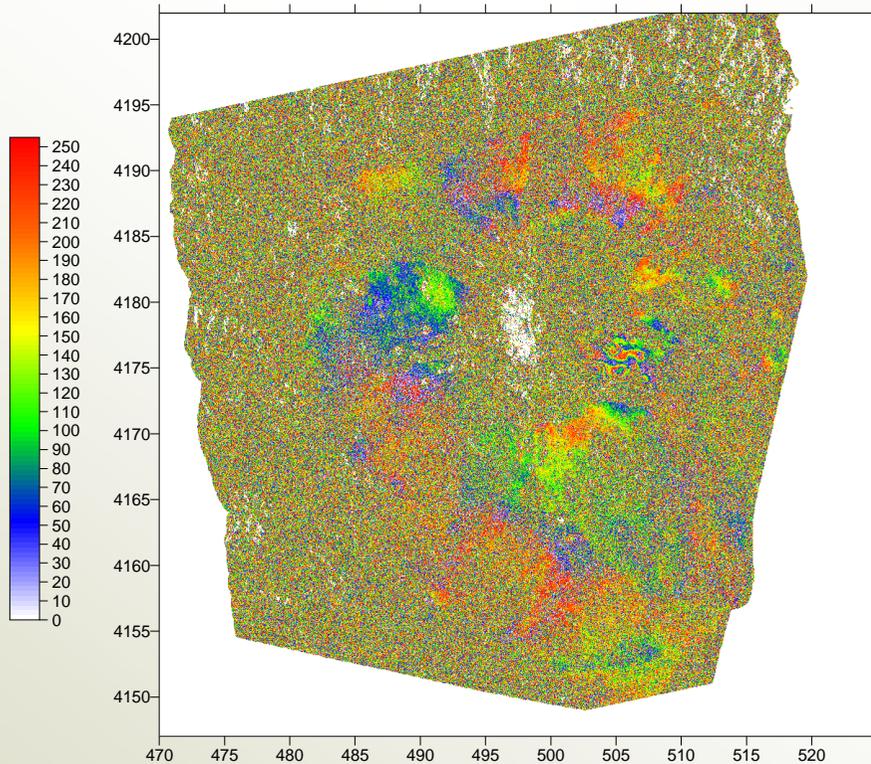
Алгоритм «Монолит». Вулкан Этна - 2

- 38 снимков ERS-1 и ERS-2 с 1992 по 1999 гг.
- Дифференциальный интерферометр (DInSAR)
- 238 интерферограмм 55x55км (2200x2200 пикселей)
- В каждом пикселе смасштабированное изменение фазового расстояния от 0 до 255
- Области гладкого изменения значений – лава и города

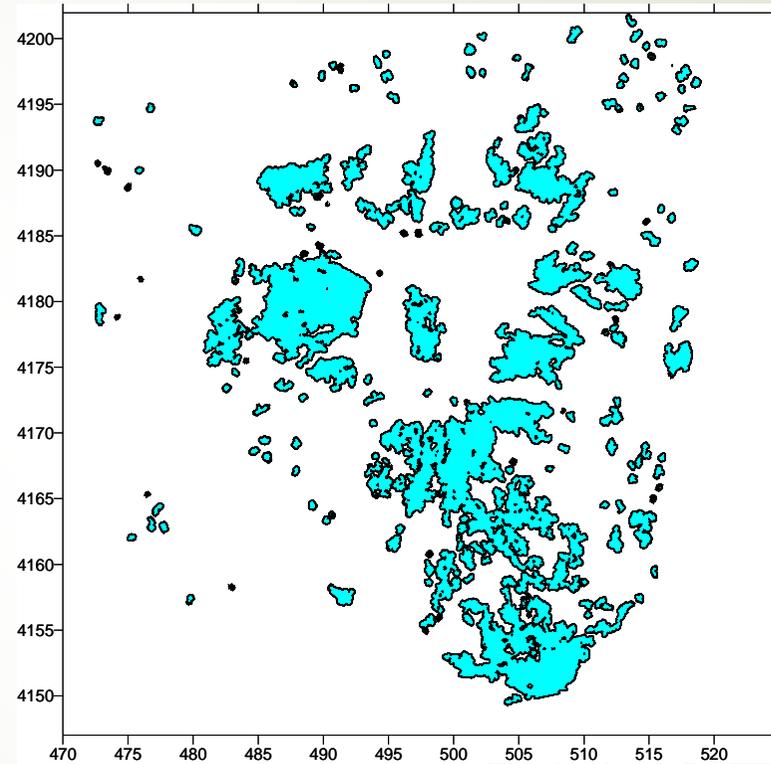


Алгоритм «Монолит». Вулкан Этна - 3

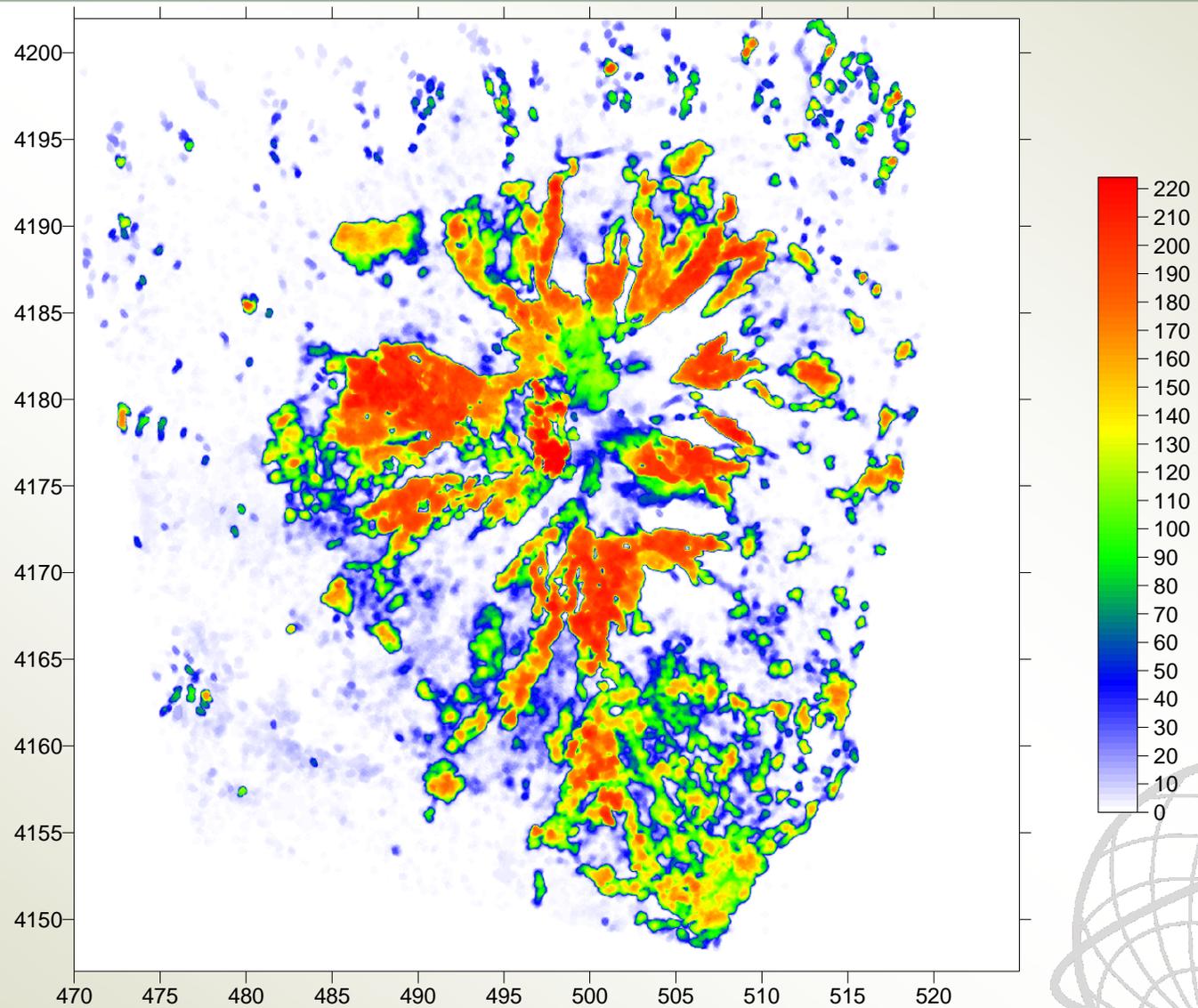
Интерферограмма



Границы



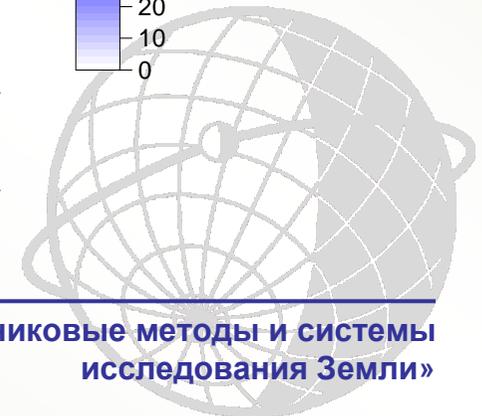
Алгоритм «Монолит». Вулкан Этна - 4



28 февраля – 5 марта 2012 г.
г. Таруса

9

«Спутниковые методы и системы
исследования Земли»



Алгоритм DPS (Discrete Perfect Sets)

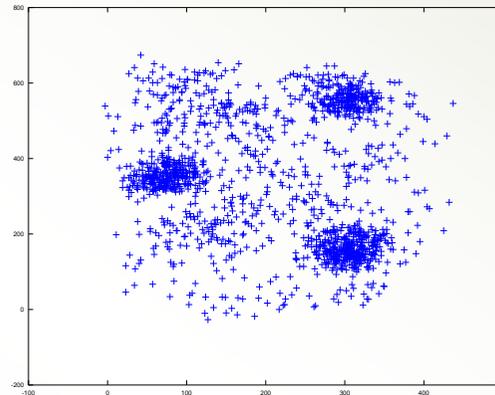
- Множество X , подмножество A
- $P_A(x)$ – плотность A в точке X
- Порог плотности α
- Строим множество:

$$A(\alpha) = \{x \in X: P_{A(\alpha)}(x) \geq \alpha\}$$

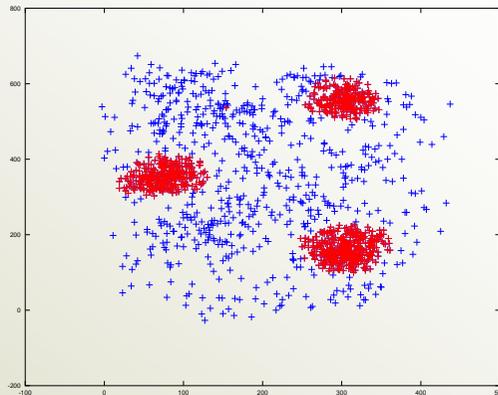


Алгоритм DPS. Синтетический пример - 1

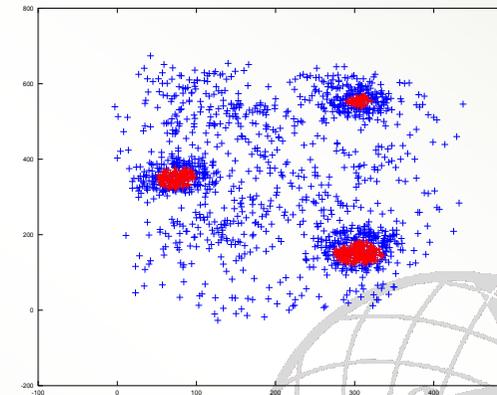
Исходное множество точек



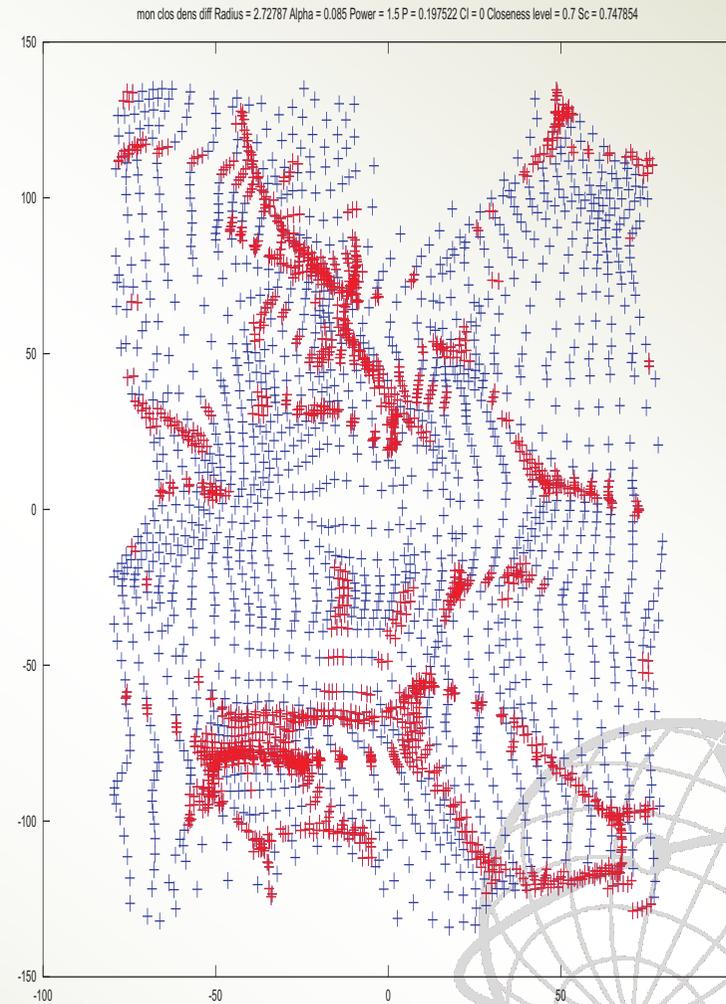
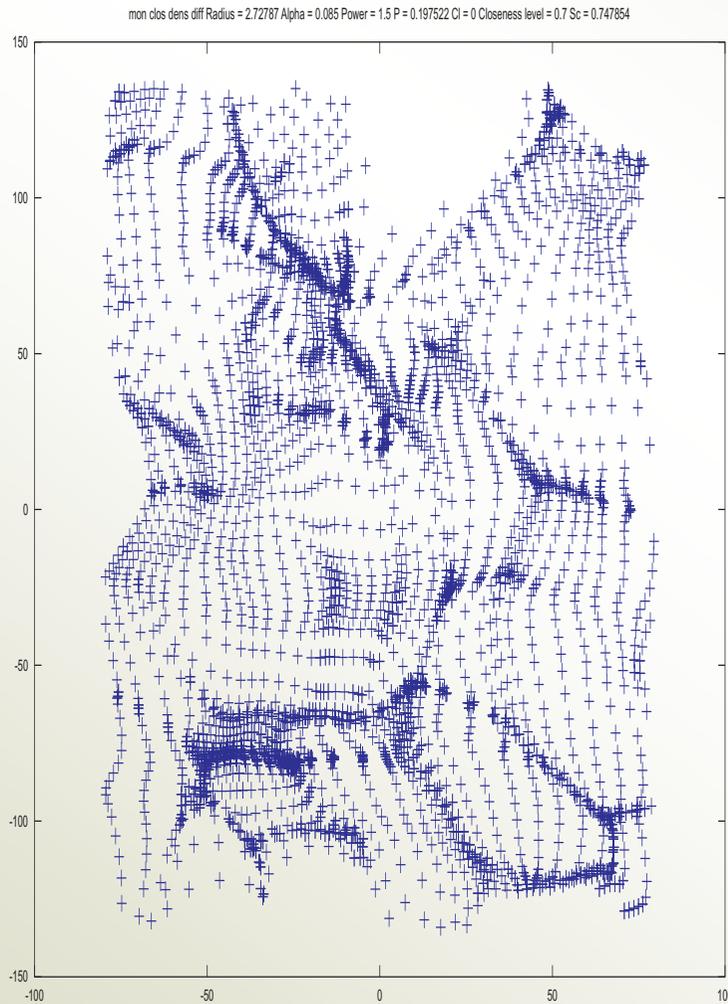
$\alpha = 0,1$



$\alpha = 0,35$



Алгоритм DPS. Синтетический пример - 2

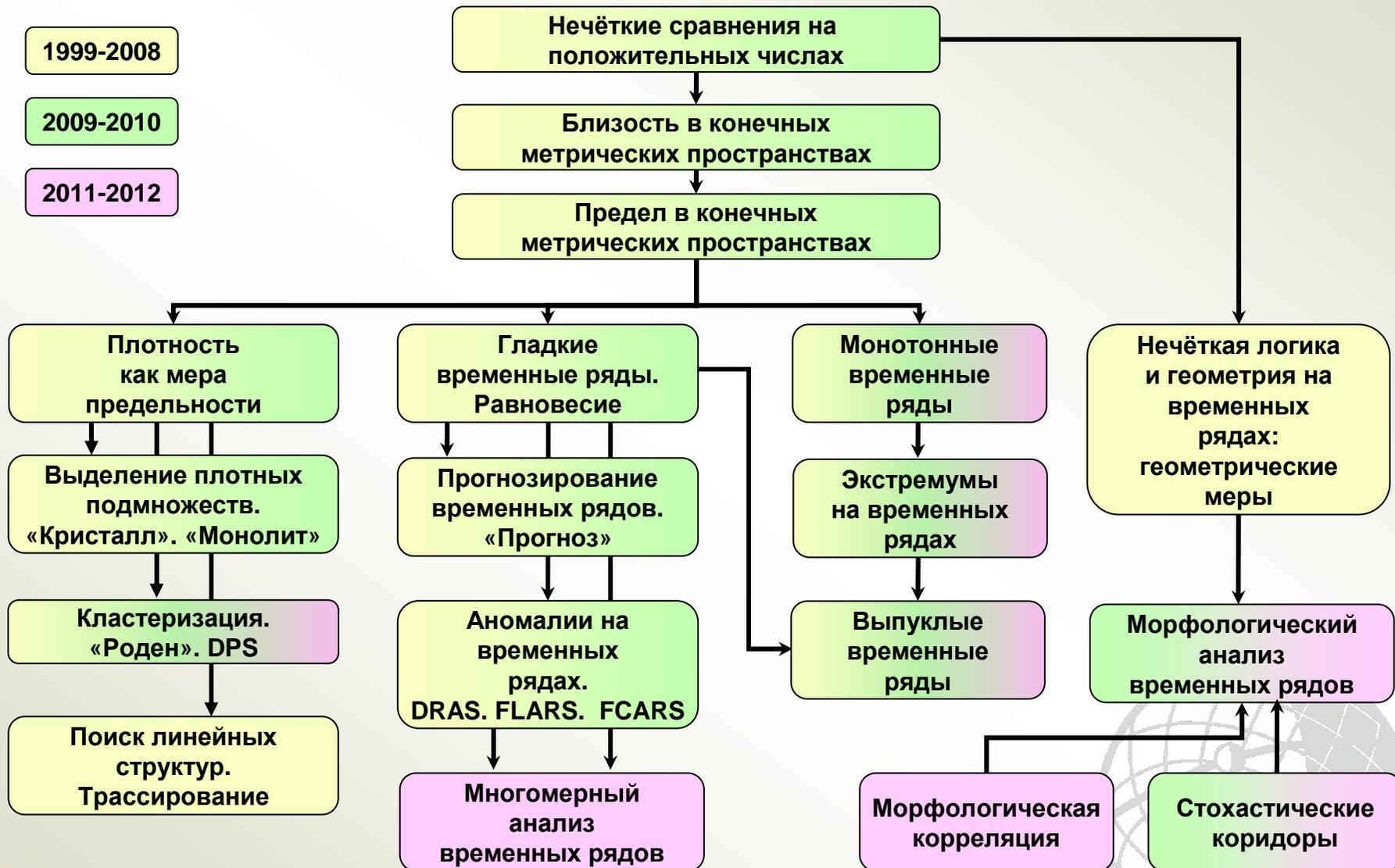


Содержание

1. Выделение плотных областей
2. Аномалии на временных рядах
3. ДМА-производная

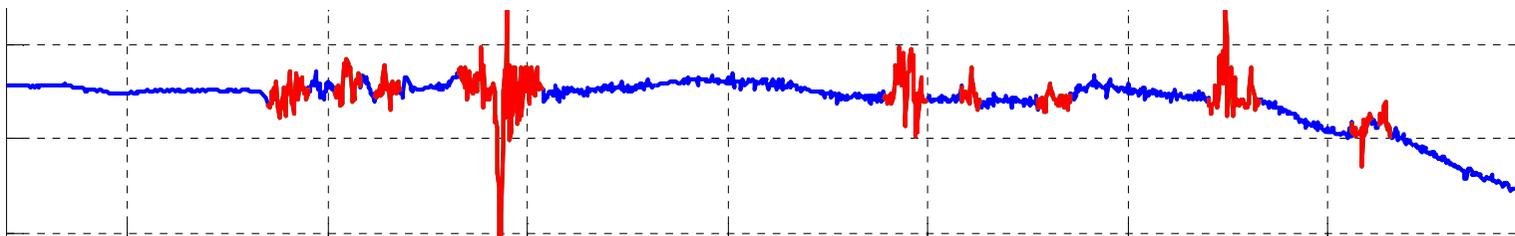


Динамика развития ДМА

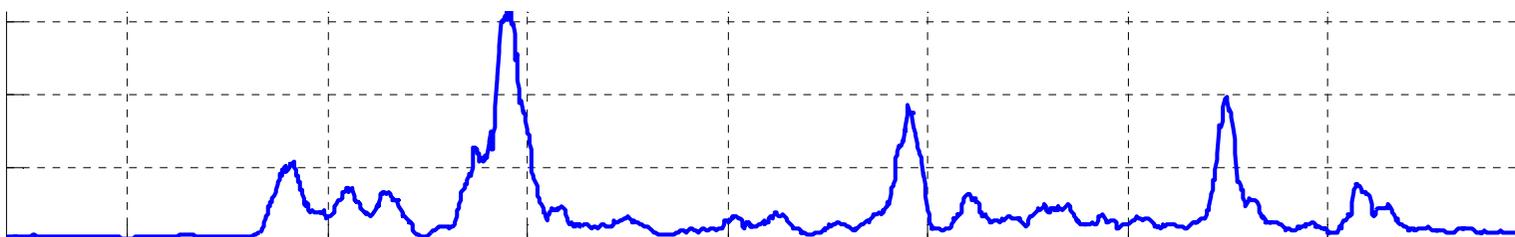


Аномалии на временных рядах. Логика интерпретатора

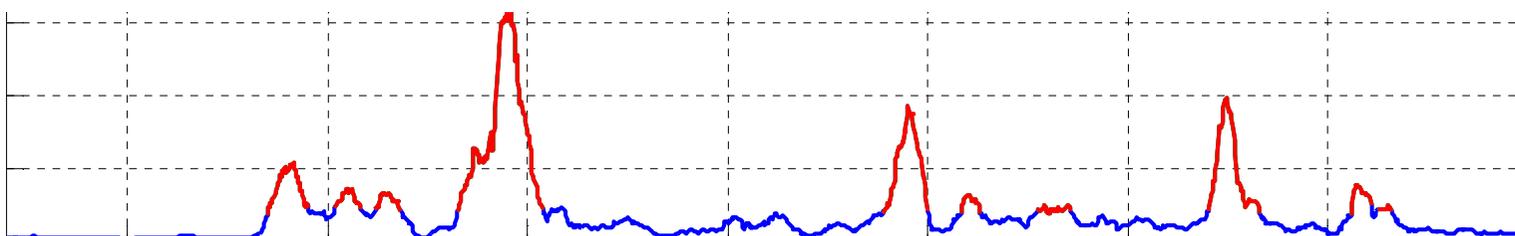
Запись



Локальный уровень – построение выпрямления

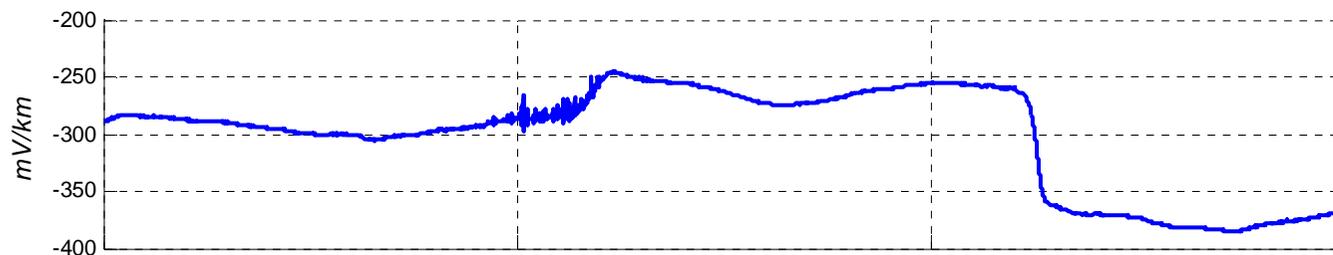


Глобальный уровень – поиск возвышенностей на выпрямлении



Аномалии на временных рядах. Примеры выпрямлений

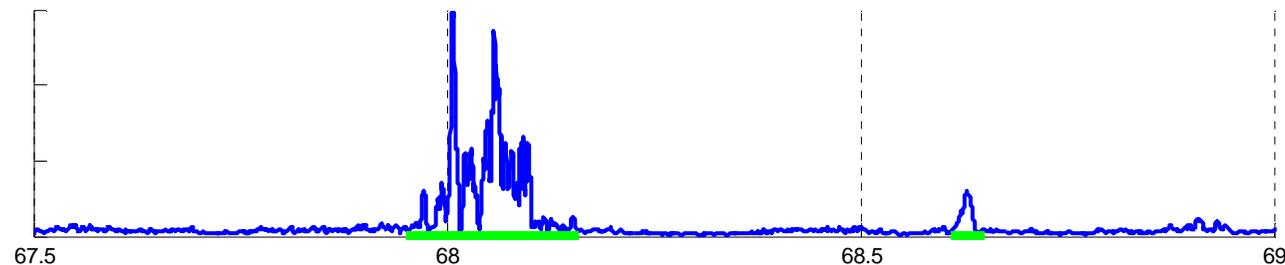
Запись



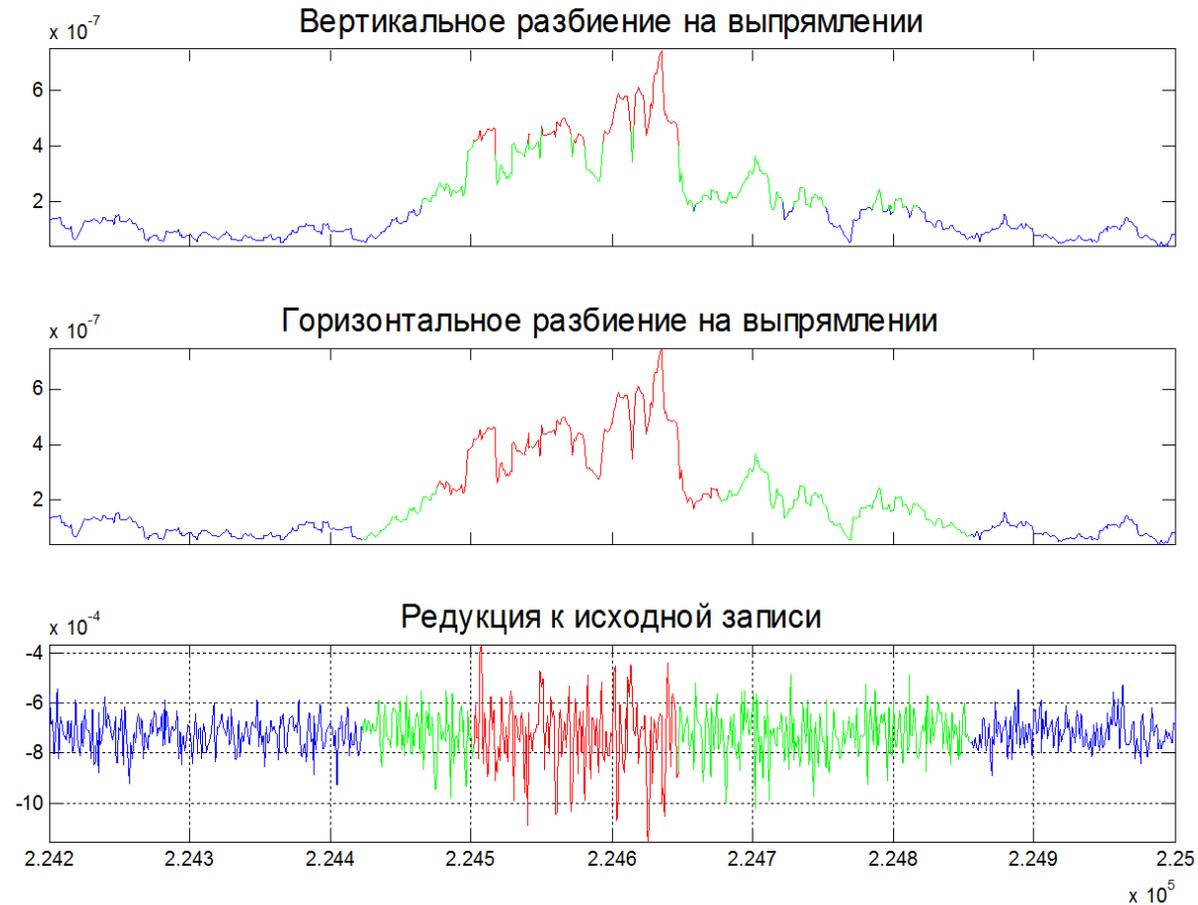
Выпрямление
«Энергия»



Выпрямление
«Длина»



Алгоритм FCARS. Пример работы



Алгоритм FCARS. Вулкан Питон-де-ла-Фурнез



Major Volcanoes of Western Indian Ocean

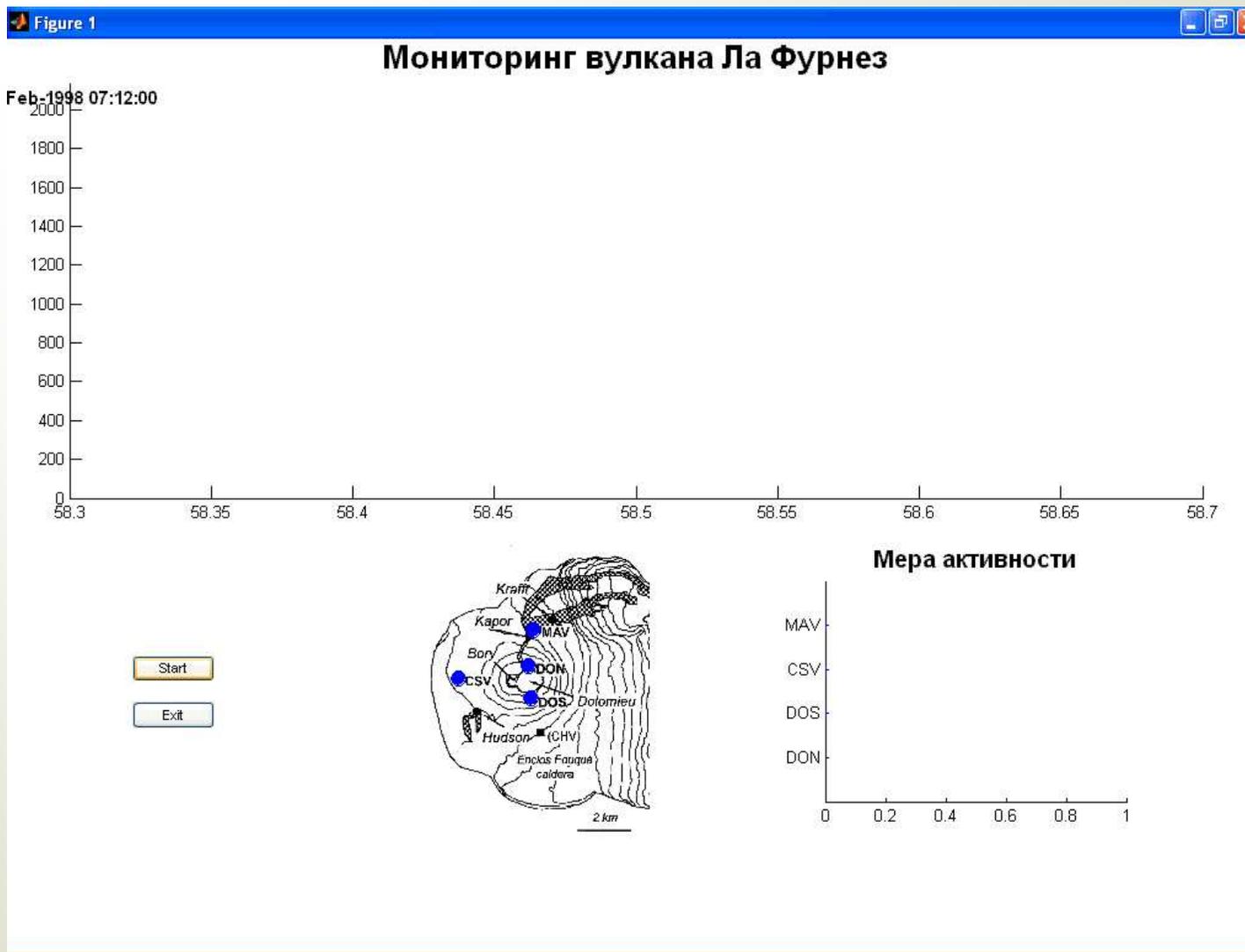


28 февраля – 5 марта 2012 г.
г. Таруса

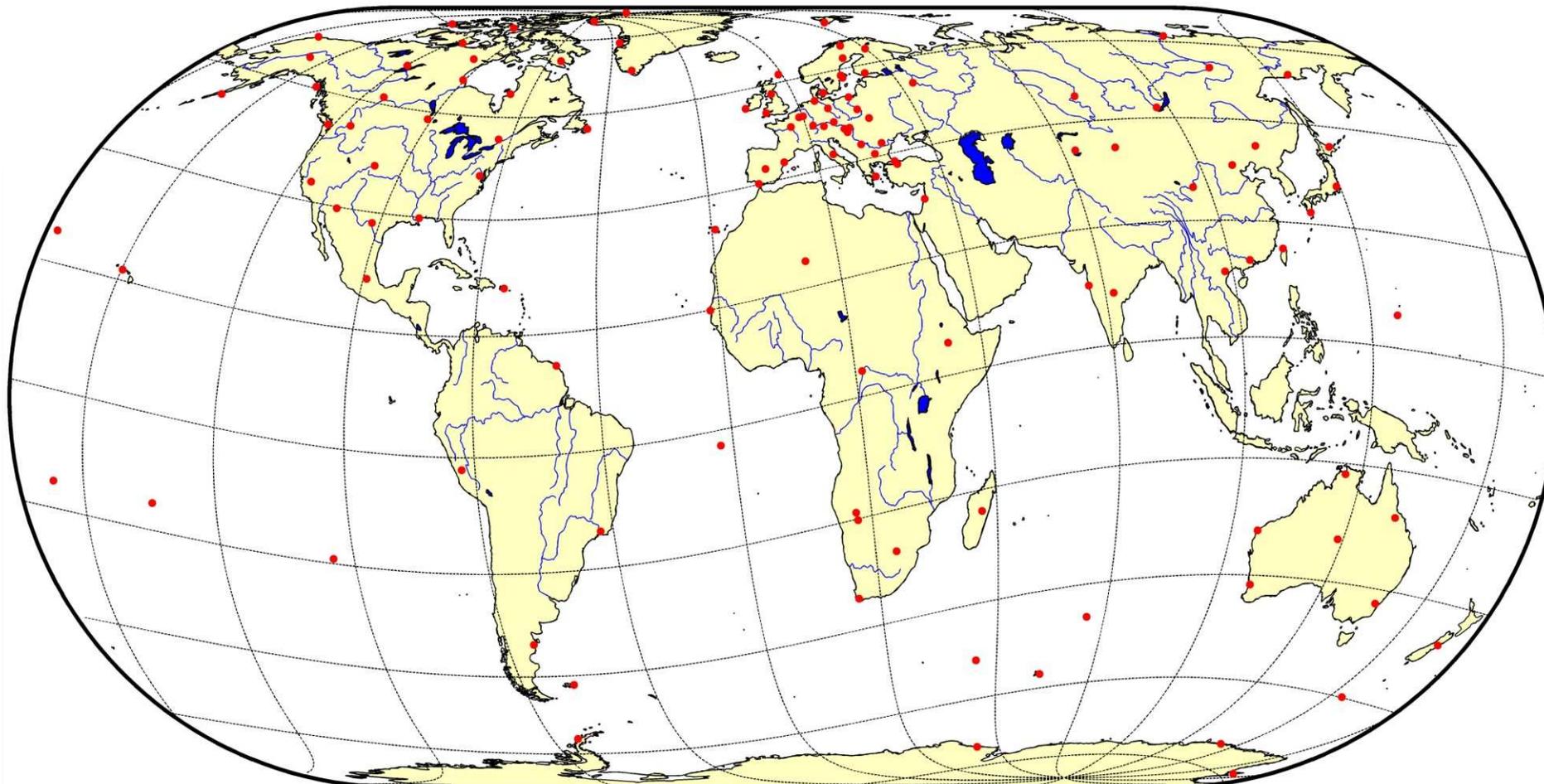
18

«Спутниковые методы и системы
исследования Земли»

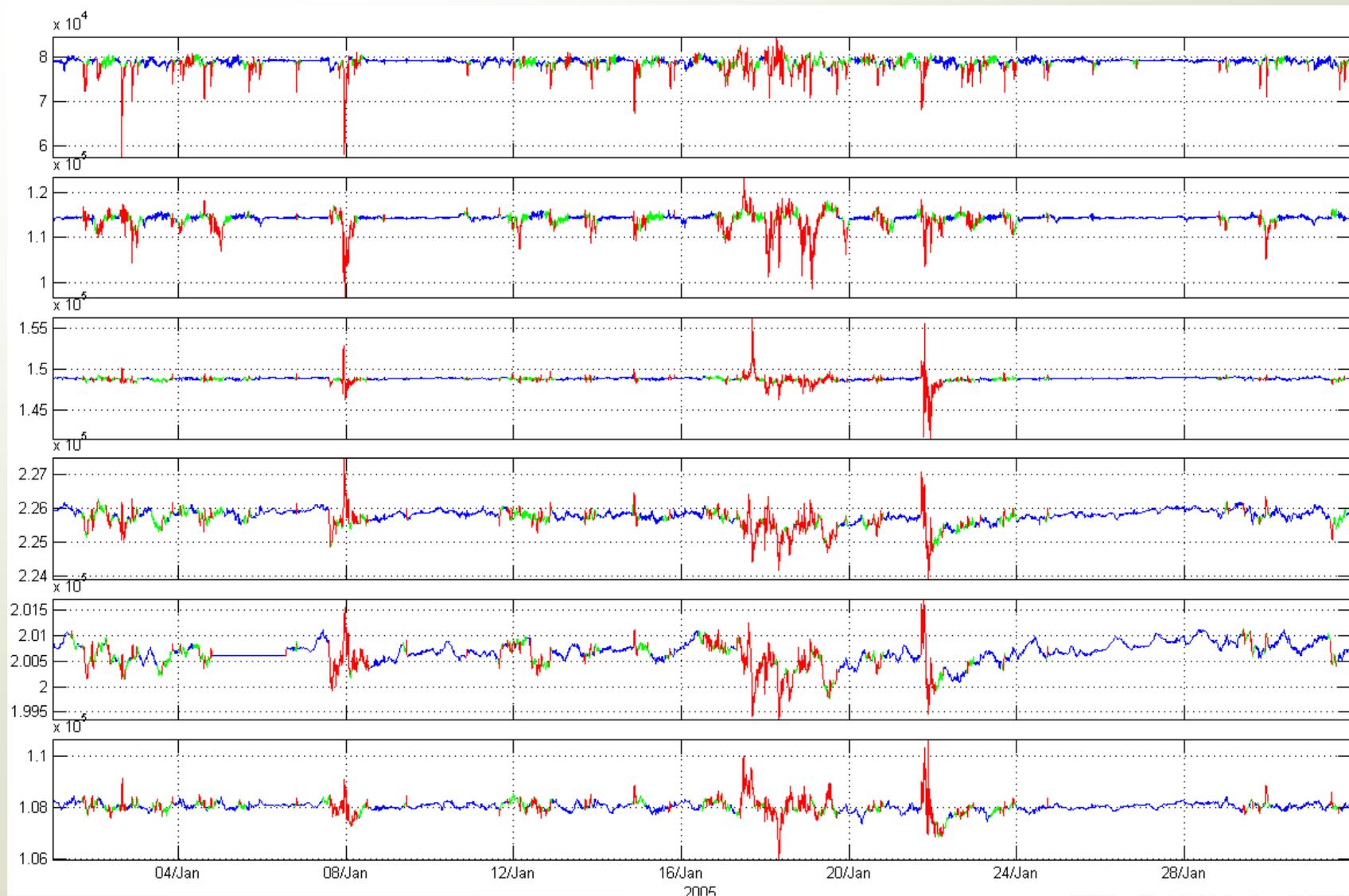
Алгоритм FCARS. Вулкан Питон-де-ла-Фурнез



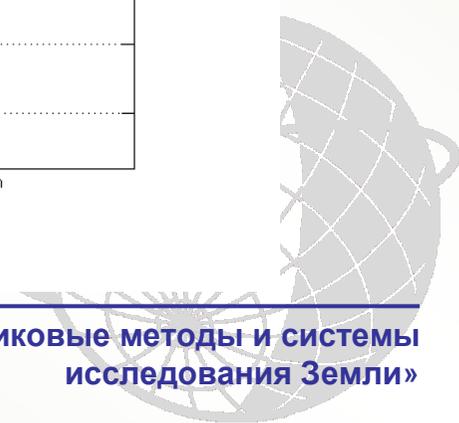
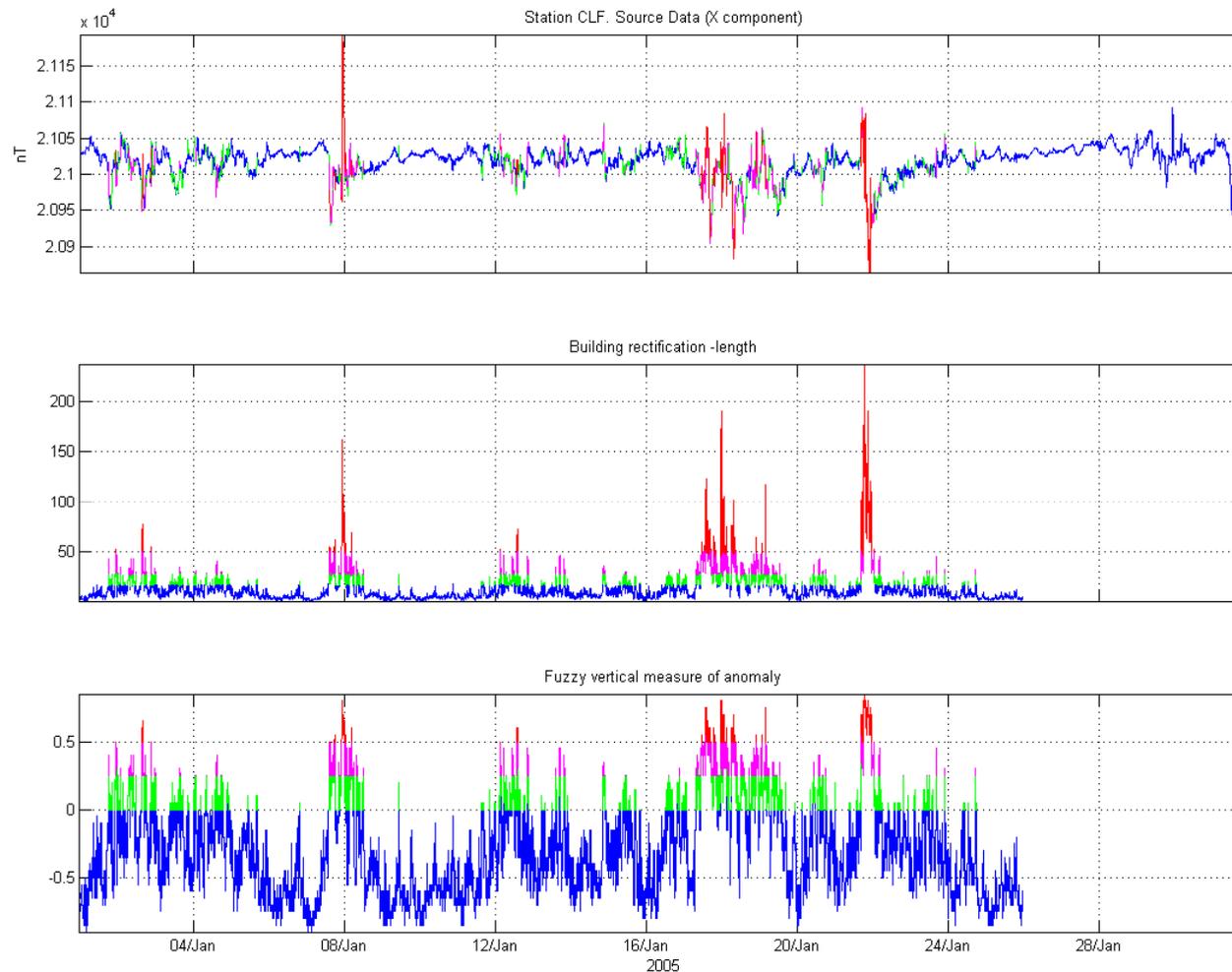
Алгоритм FCARS. Сеть INTERMAGNET



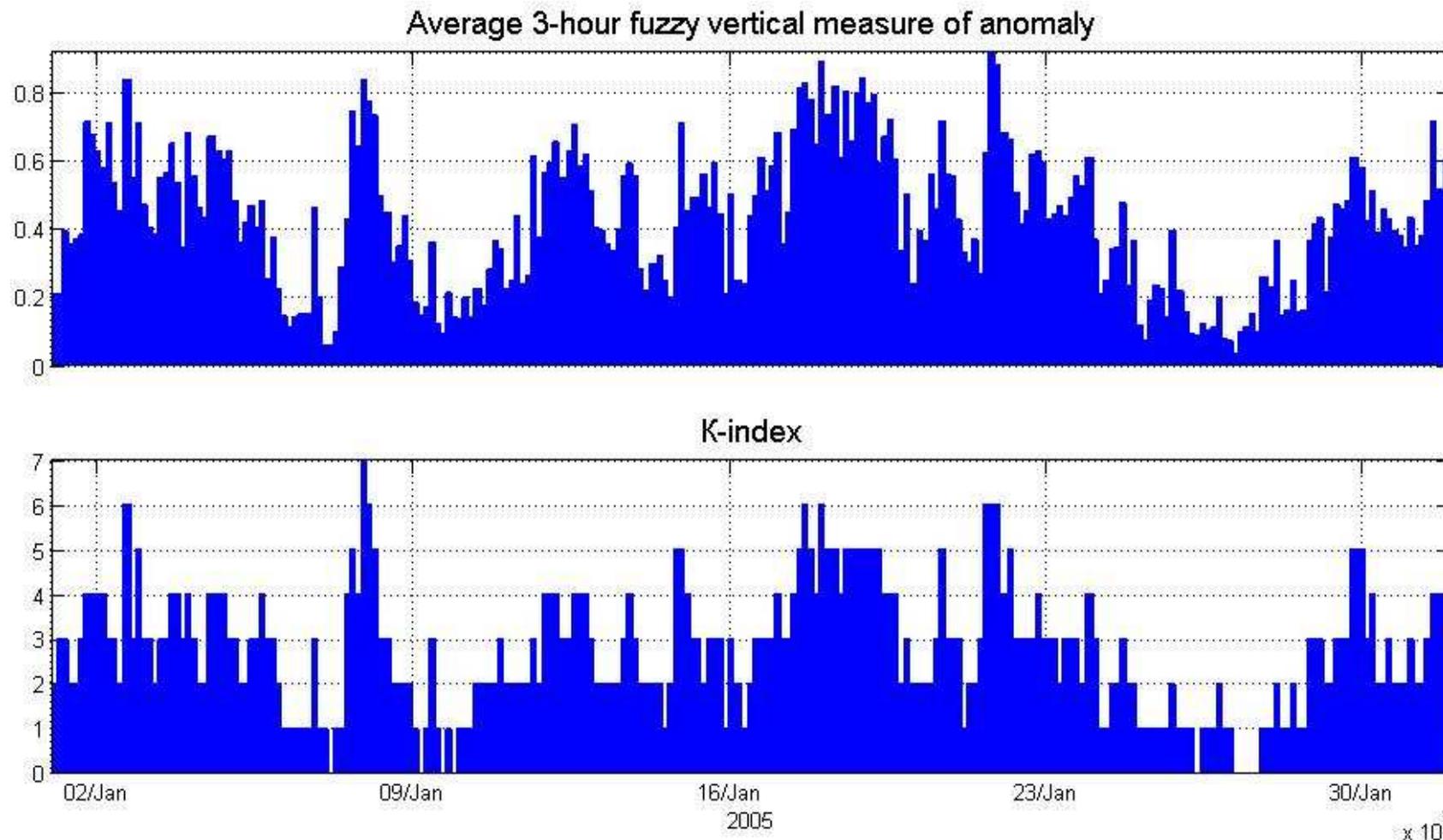
Алгоритм FCARS. Сеть INTERMAGNET



Алгоритм FCARS. Вертикальная мера аномальности



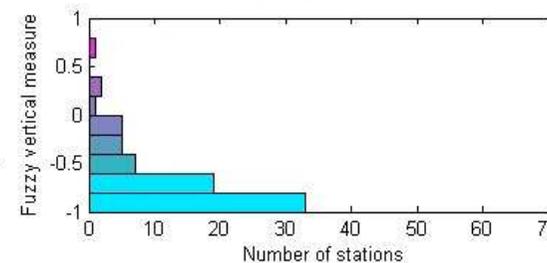
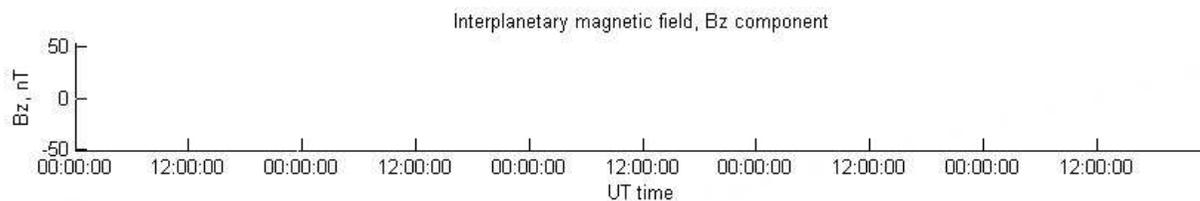
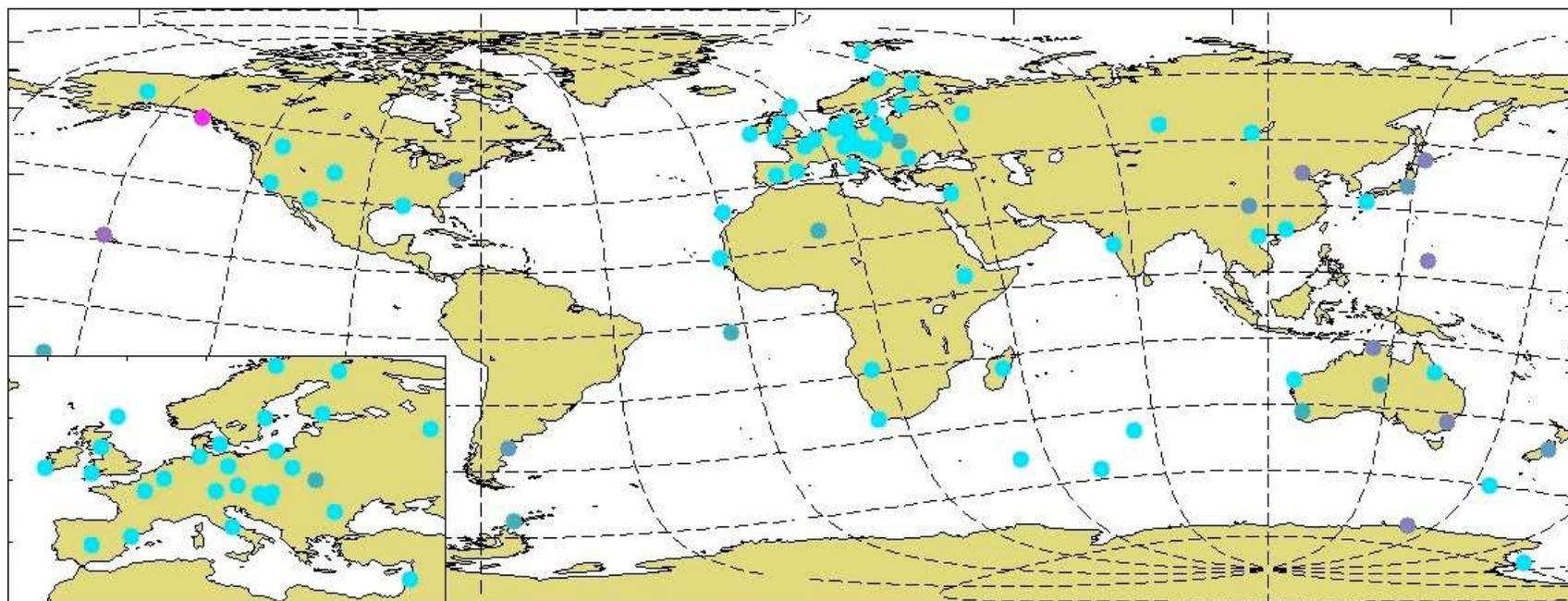
Алгоритм FCARS. Сравнение с K-индексом



Корреляция = 0,9

Алгоритм FCARS. Динамический анализ активности

UT time: 07-Nov-2004 00:03:00

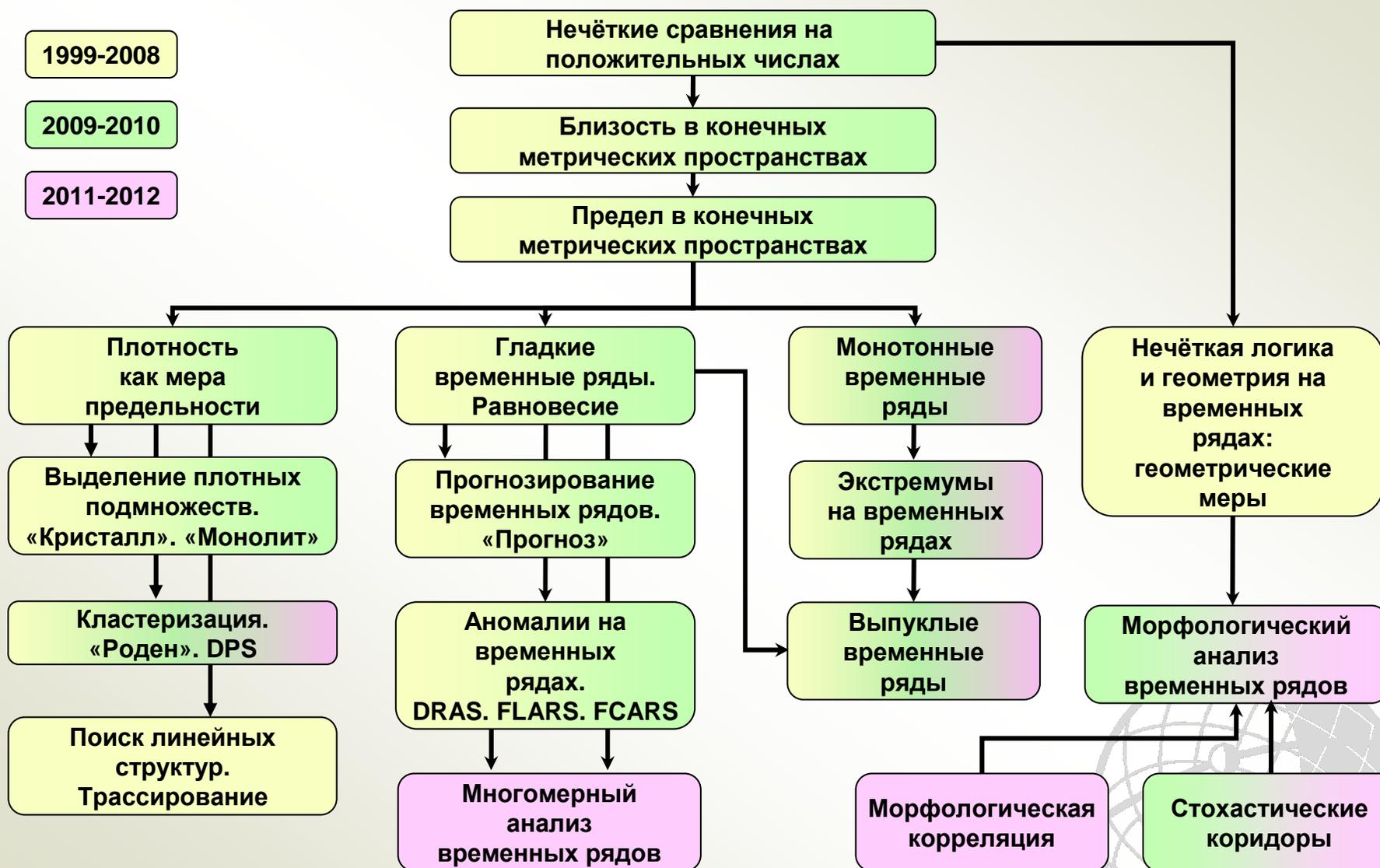


Содержание

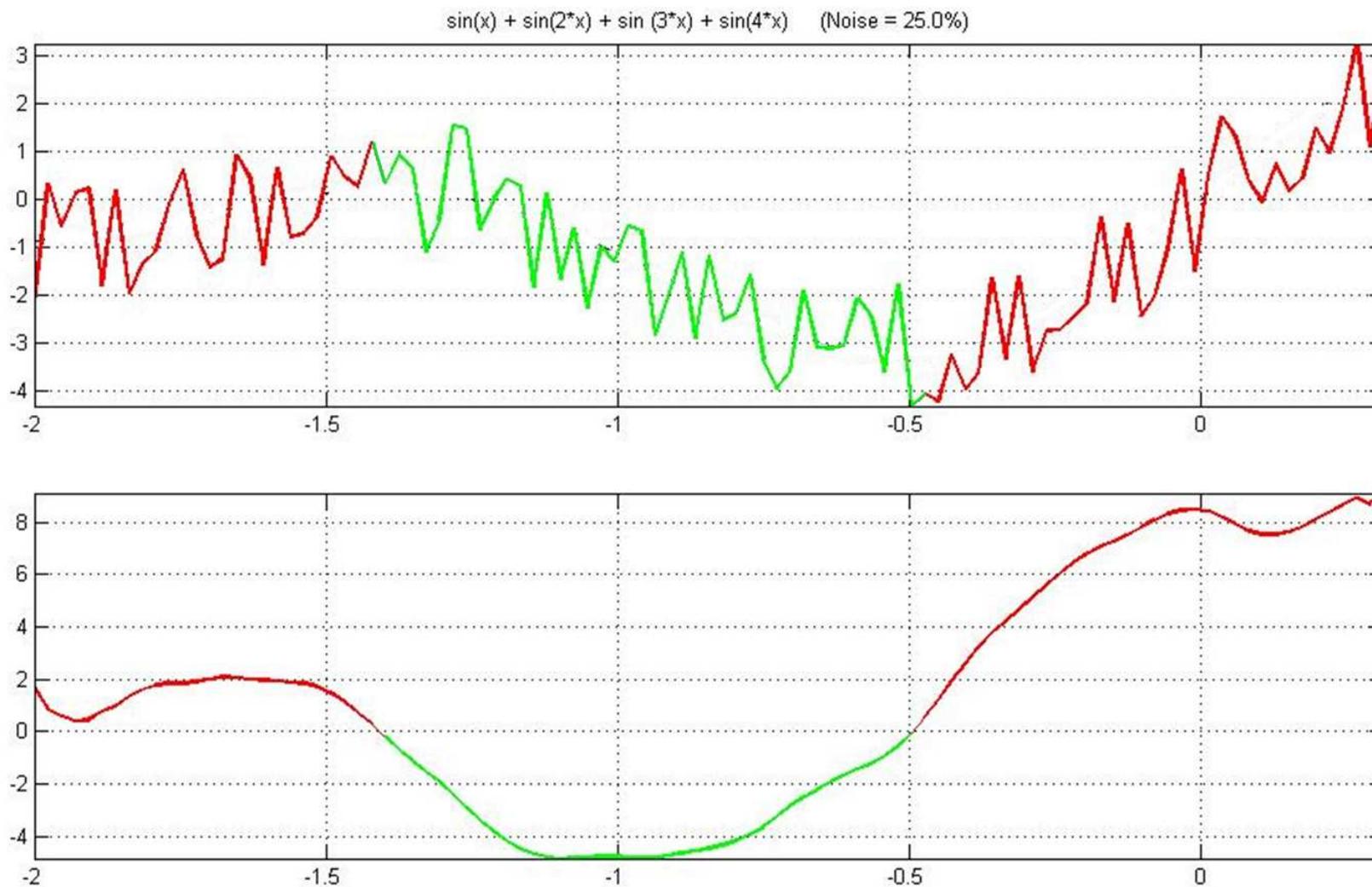
1. Выделение плотных областей
2. Аномалии на временных рядах
3. ДМА-производная



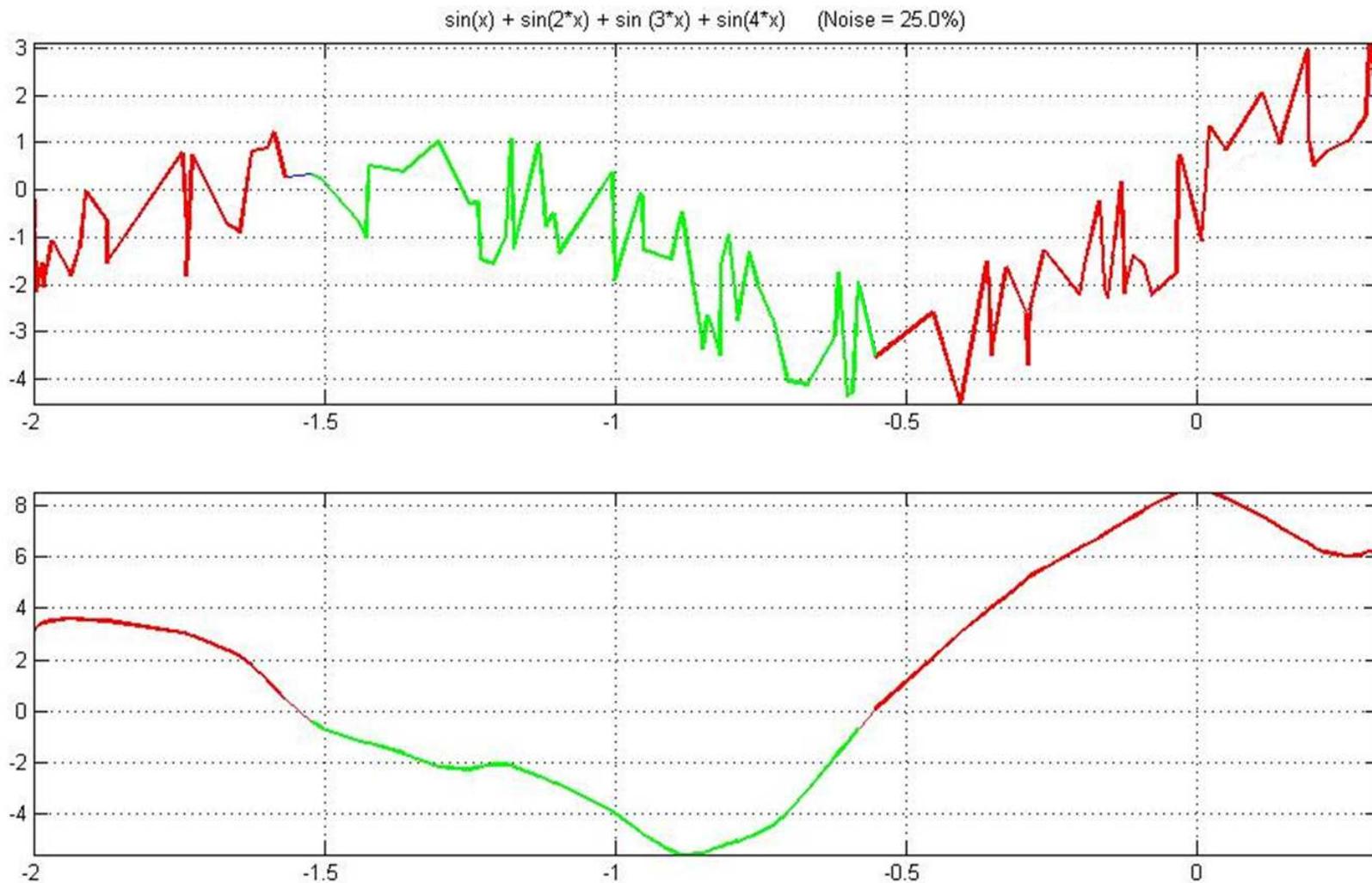
Динамика развития ДМА



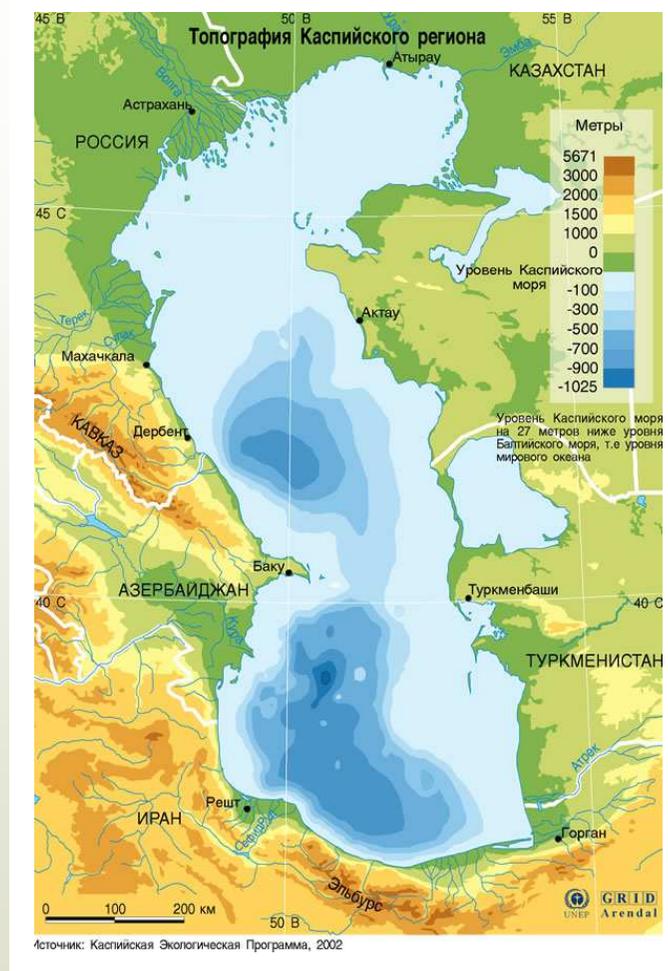
ДМА-производная. Регулярная сетка



ДМА-производная. Нерегулярная сетка



ДМА-производная. Реальные данные



Локализация положения волны паводка на акватории Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии

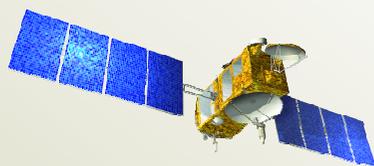


ДМА-производная. Реальные данные

Выбор данных спутниковой альтиметрии



Спутник
TOPEX/Poseidon

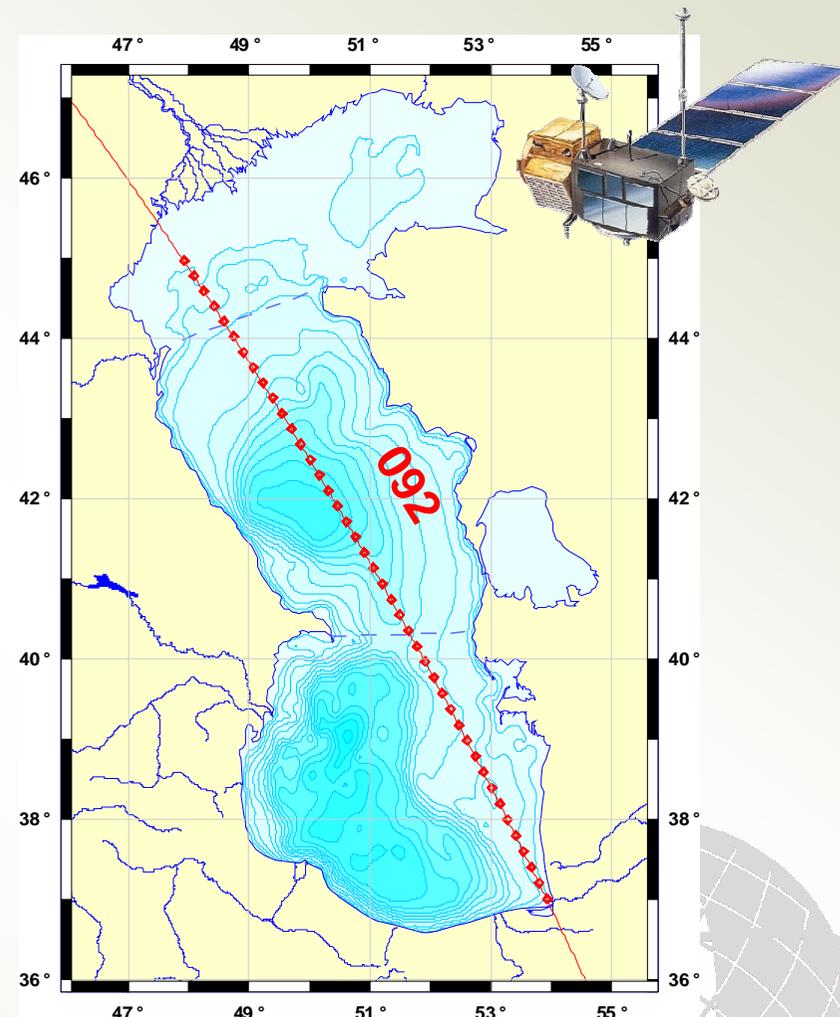
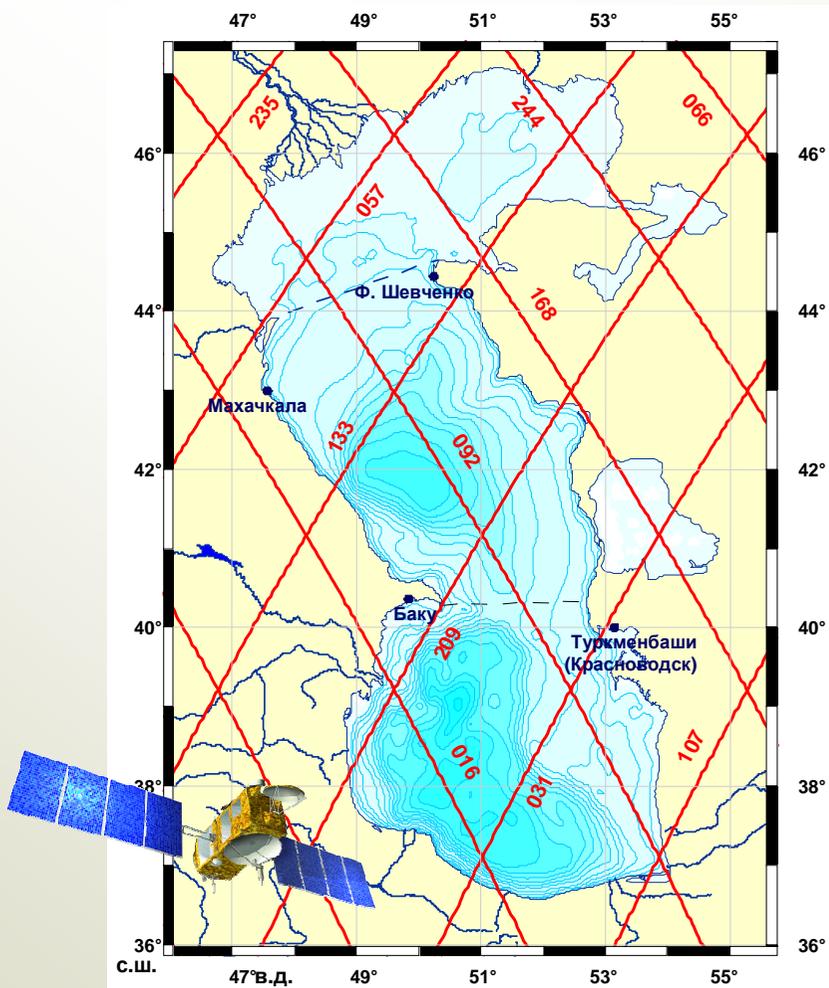


Спутники
Jason-1/2

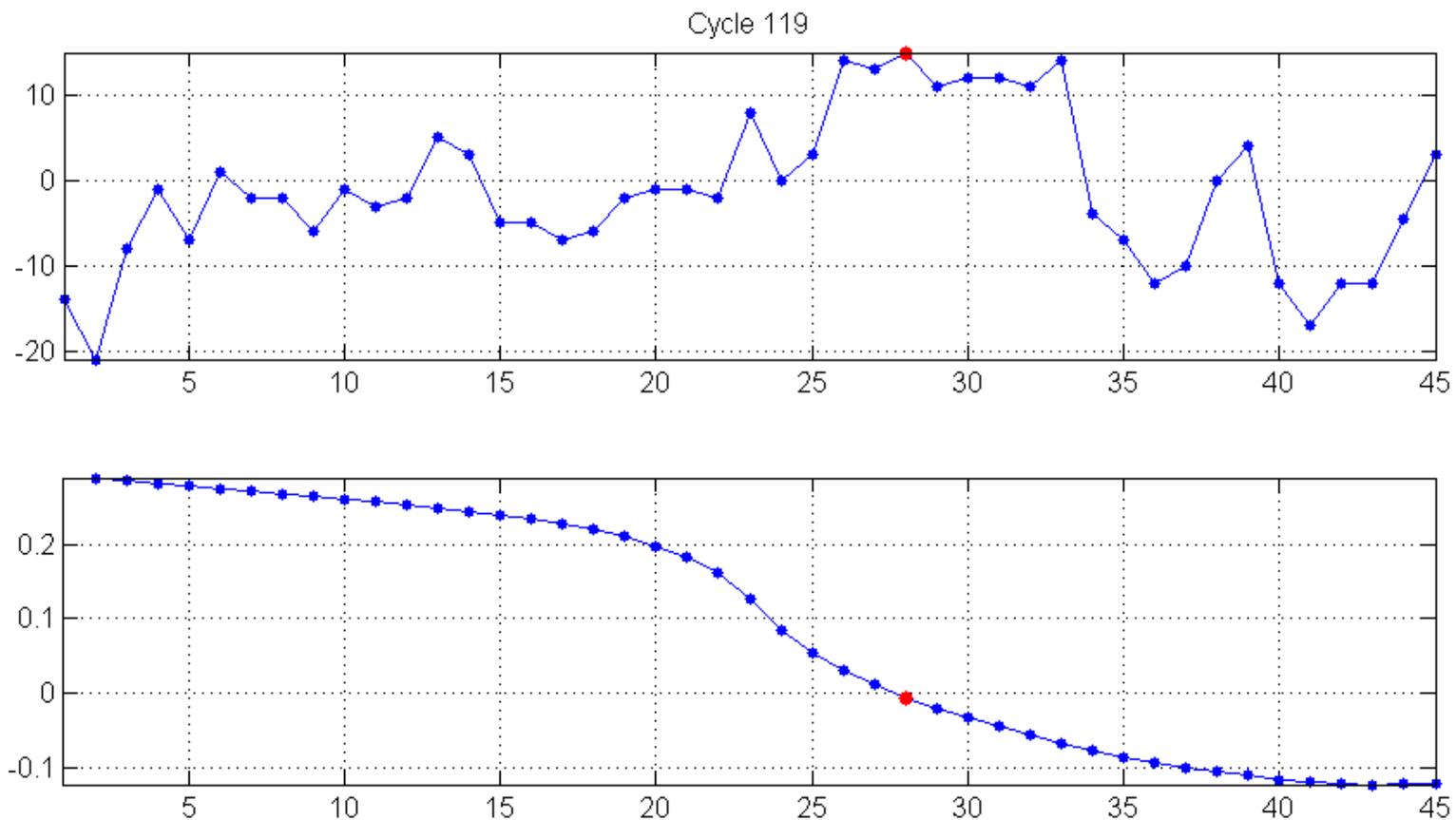
Для анализа межгодовой и сезонной изменчивости уровня Каспийского моря лучше выбрать данные спутников TOPEX/Poseidon и Jason-1/2. Этот выбор обусловлен следующими причинами.

- ⇒ Точность измерения высоты спутника над морской поверхностью для этих программ составляет 1.7 см, а расчет самой высоты моря относительно отсчетного эллипсоида – 4.2 см.
- ⇒ Временной масштаб повторения измерений вдоль трека 9.916 суток наиболее приемлем для исследования синоптической и сезонной изменчивости уровня моря.
- ⇒ Расположение треков внутри изомаршрутного цикла по акватории моря наиболее оптимально, что позволяет анализировать изменчивость уровня вдоль треков с пространственным разрешением 5-6 км.
- ⇒ Данные TOPEX/Poseidon представляют собой непрерывный и наиболее длинный по времени ряд измерений (с сентября 1992 г. по август 2002 г.) с возможностью его продления данными спутника Jason-1 (с января 2002 г. по февраль 2009 г.) и Jason-2 (с августа 2008 г. по настоящее время)

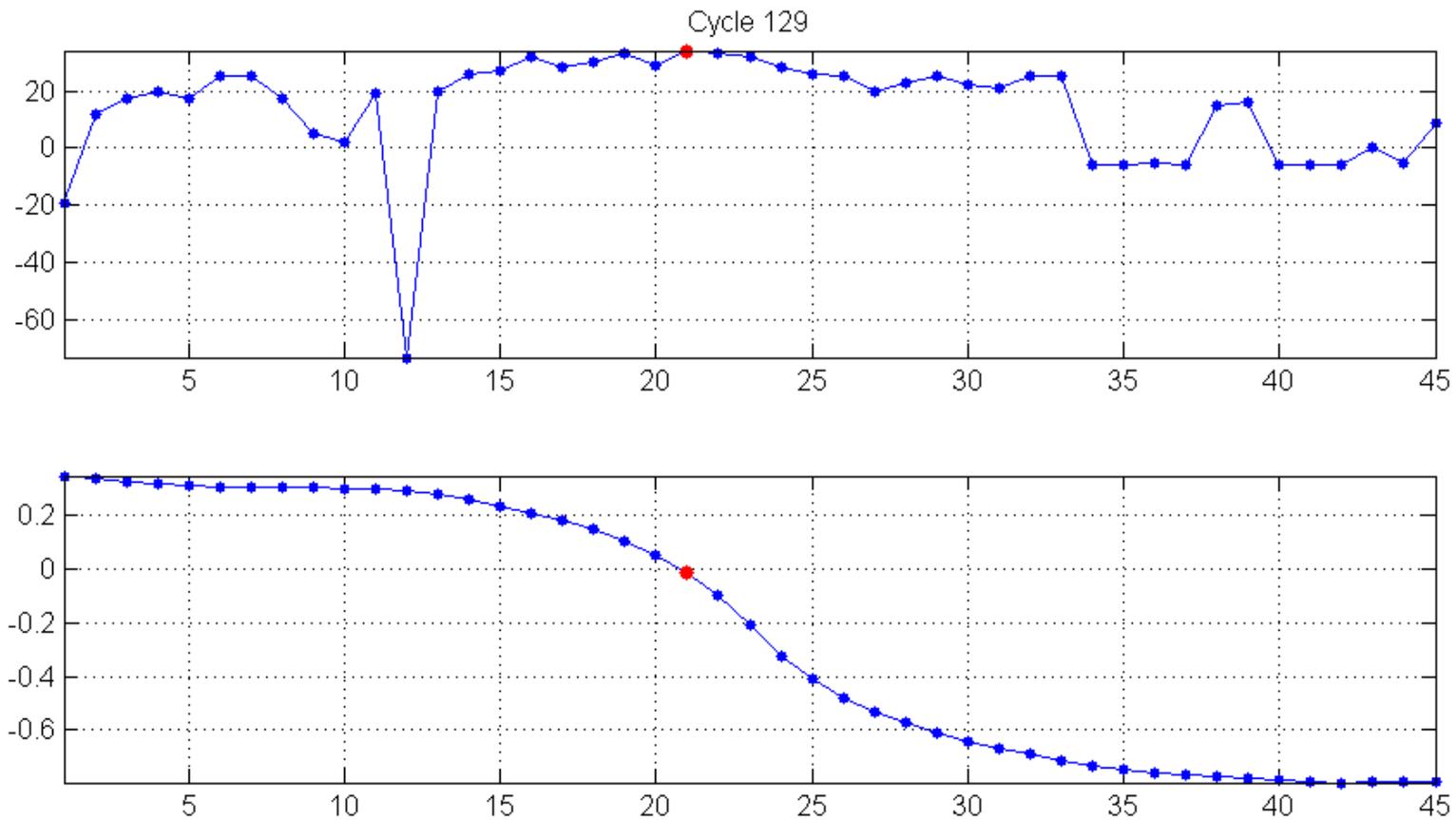
ДМА-производная. Реальные данные



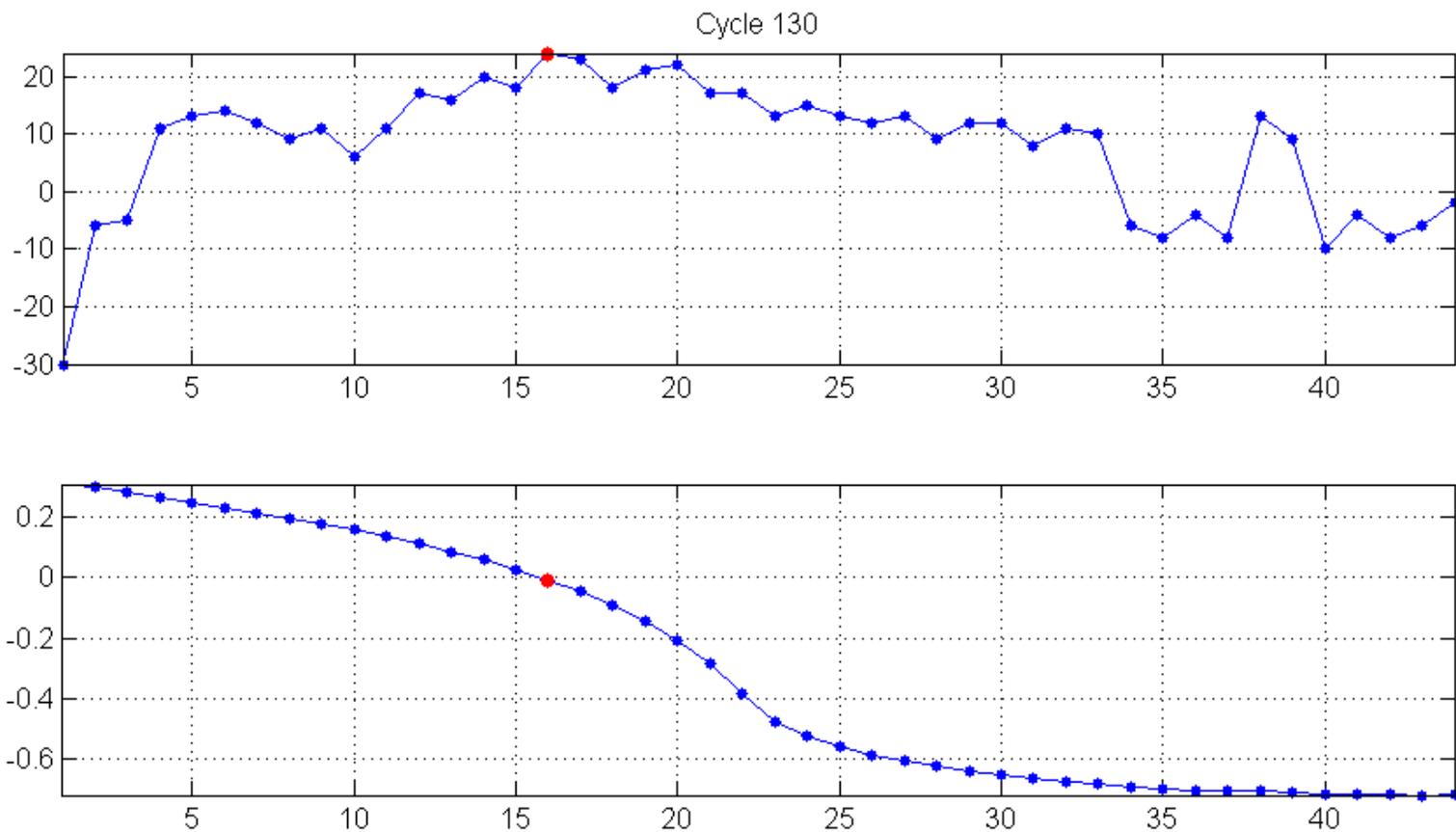
ДМА-производная. Реальные данные - 1



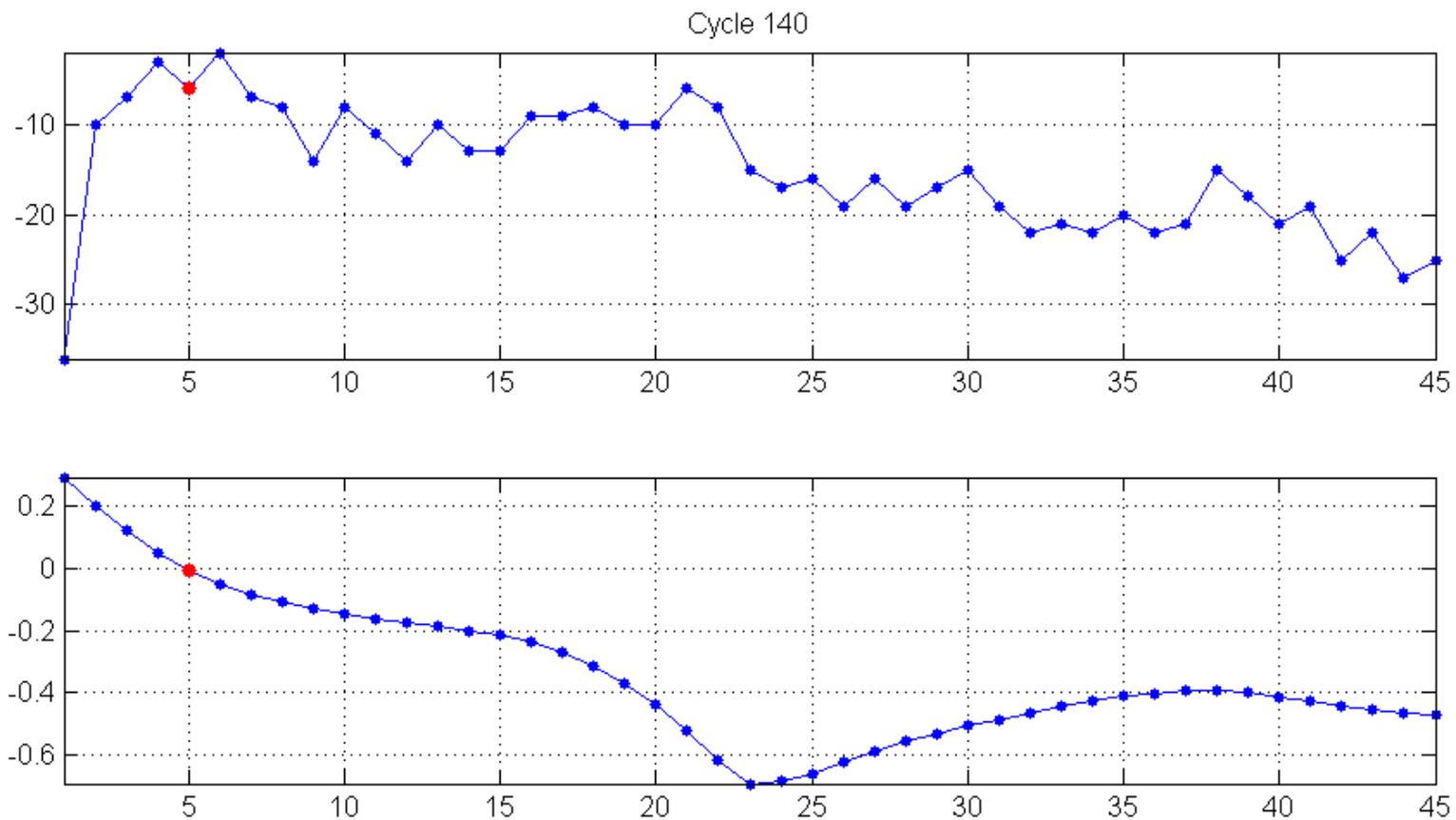
ДМА-производная. Реальные данные - 2



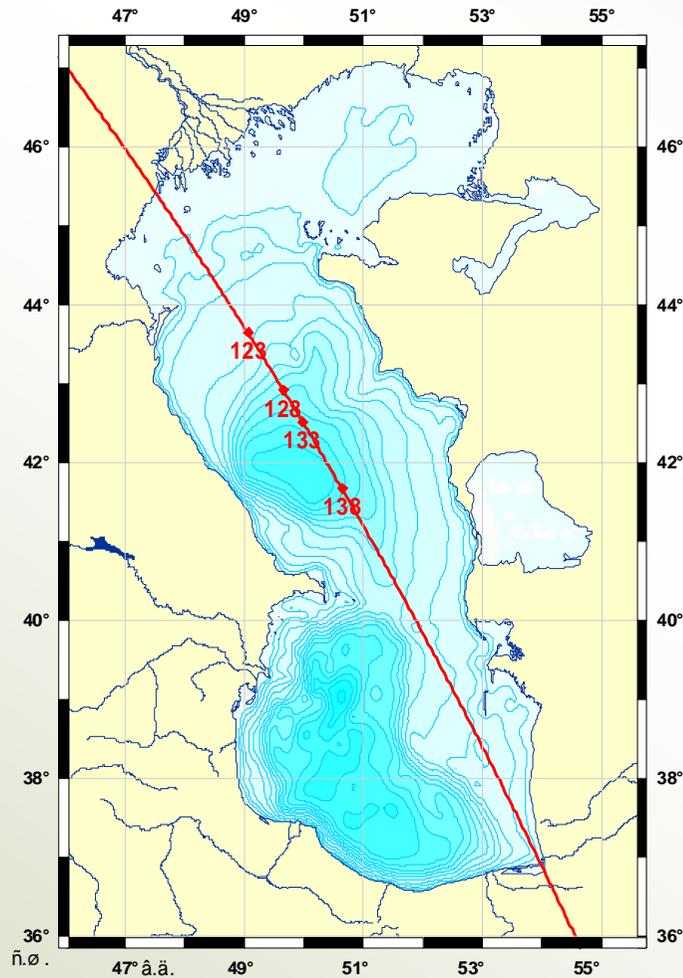
ДМА-производная. Реальные данные - 3



ДМА-производная. Реальные данные - 4



ДМА-производная. Реальные данные



Расположение гребней волны паводка для различных циклов альтиметрических изерений спутников TOPEX/Poseidon Jason-1/2



ДМА. Основные публикации - 1

1. Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Гвишиани А. Д., Граева Е. М., Злотники Ж., Родкин М. В. Исследование морфологии сигнала на основе алгоритмов нечеткой логики // Геофизические исследования. 2005. №1. С. 143-155.
2. Гвишиани А. Д., Белов С. В., Агаян С. М., Родкин М. В., Морозов В. Н., Татаринев В. Н., Богоутдинов Ш. Р. Геоинформационные технологии: методы искусственного интеллекта при оценке тектонической стабильности Нижнеканского массива // Инженерная экология. 2008. №2. С. 3-14.
3. Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Злотники Ж., Боннин Ж. Математические методы геоинформатики. III. Нечеткие сравнения и распознавание аномалий на временных рядах // Кибернетика и системный анализ. 2008. №3. С. 3-18.
4. Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р. Определение аномалий на временных рядах методами нечеткого распознавания // Доклады Академии наук. 2008. Т. 421. №1. С. 101-105.
5. Гвишиани А. Д., Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Соловьев А. А. Дискретный математический анализ и геолого-геофизические приложения // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2010. №16. С.109-125.

ДМА. Основные публикации - 2

6. Kulchinsky R. G., E. P. Kharin, I. P. Shestopalov, A. D. Gvishiani, S. M. Agayan, and Sh. R. Bogoutdinov (2010), Fuzzy logic methods for geomagnetic events detections and analysis, Russ. J. Earth Sci., 11, RE4003, doi:10.2205/2009ES000371.
7. Kulchinskiy R., Veselovsky I., Agayan S., Gvishiani A., Bogoutdinov S., Petrov V., Yakovchouk O. Global, regional and local dynamics of strong geomagnetic storms // XXV IUGG General Assembly “Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet” (28 June - 7 July 2011, Melbourne, Australia). Program Book and Abstracts. 2011. CD of Abstracts. Abstract ID – 5313.
8. Kulchinskiy R., Agayan S., Gvishiani A., Bogoutdinov S. Detection and Structural Analysis of Geomagnetic Storms Using Methods of Fuzzy Logic in GIS Environment // XXV IUGG General Assembly “Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet” (28 June - 7 July 2011, Melbourne, Australia). Program Book and Abstracts. 2011. CD of Abstracts. Abstract ID – 1417.
9. Агаян С. М., Богоутдинов Ш. Р., Добровольский М. Н. Об одном алгоритме поиска плотных областей и его геофизических приложениях // Доклады 15-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов. ММРО-15». 2011. С. 543-546.



Заключение

- ДМА - общий подход к разным задачам:
 - выделение плотных областей
 - аномалии на временных рядах
 - дискретная производная

Контактный адрес:

m.dobrovolsky@gcras.ru

Спасибо за внимание!

