Математической моделирование в условиях конечно-мерной теоремы отсчетов

Терентьев Е.Н., Шугаев Ф.В., Шилин-Терентьев Н.Е.



Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
en.teren@mail.ru;



В Мат. Обеспечении Измерительно Вычислительных Систем (МО ИВС) предлагаем использовать методы Градиентной Морфологии (ГМ) на основе КМТО и методы Точного Микроскопа с AI (PMAI).

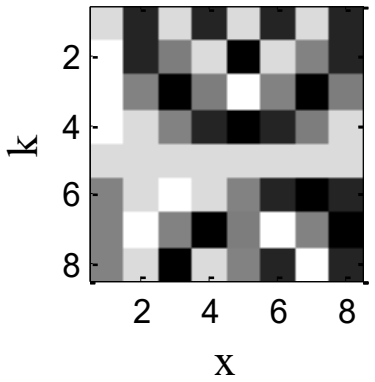
1D КМТО от линейной алгебры к матанализу (AIP)

1D Теорема (Терентьев): **даны** 3 объекта: массив (строка) отсчетов ***D=f(x0)*** и две матрицы: с ортонормированным базисом Фурье (в строках) $H=H^{(0)}(x0)$, $x0=0 : N\text{-}1$ и матрица Фурье гармоник $H^{(n)}(x)$, $x=0 : dx : N\text{-}dx$, **тогда** “непрерывная” функция $dx<1$

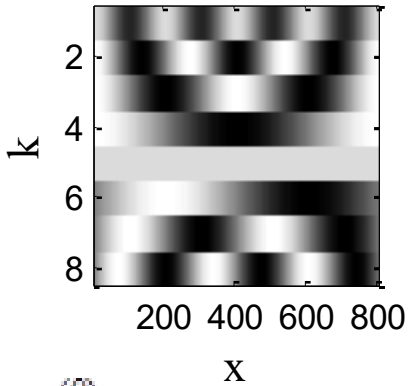
$$f^{(n)}(x)=(H\ D')'\ H^{(n)}(x)\ \text{(AIP)}$$

при n = 0 проходит через точки отсчетов $D=f(x0)=f^{(0)}(x0)$.

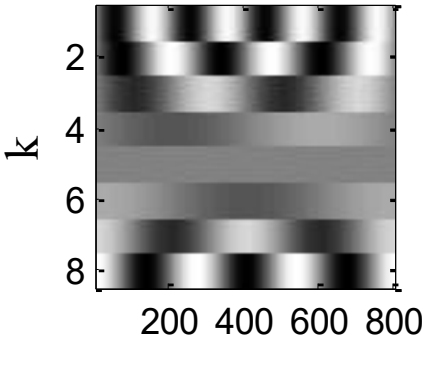
Фурье гармоники базиса **Интерполяция** **Дифференцирование** **Интегрирование**



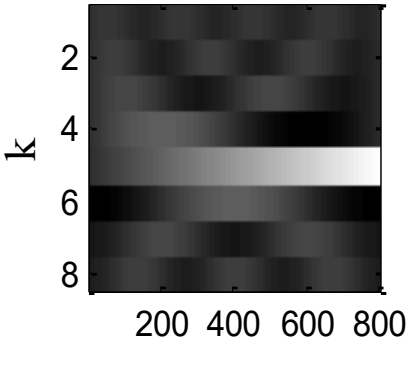
$H^{(0)}(x0), N=8, dx=1$



$H^{(0)}(x), N=8, dx=0.01$



$H^{(1)}(x), N=8, dx=0.01$



$H^{(-1)}(x), N=8, dx=0.01$

1D КМТО продолжение

В $f^{(n)}(x)$ внутри скобок $(H\ D')'$ мы вычисляем столбец Фурье коэффициентов или реализуем Прямое ПФ в строку Фурье коэффициентов с учетом транспонирования **()'**. Далее мы реализуем ряд Фурье с Фурье гармониками $H^{(n)}(x)$.

Если ряд Фурье мы будем реализовать с базисными векторами H, то мы возвратимся к исходным отсчетам $D=f(x0)=f^{(0)}(x0)$ потому, что H – унитарная матрица $H^{-1}=H'$.

Если ряд Фурье мы реализуем с гармониками $H^{(n)}(x)$, то при n>0 мы вычислим производную n-го порядка, а при n<0 мы вычислим интеграл n-го порядка от массива чисел D **!!!**

Во всех случаях (n=0, n>0, n<0) результат может быть "непрерывным" при оцифровке Фурье гармоник $H^{(n)}(x)$ с малым шагом dx <1.

Интегральные суммы и конечно-мерные разности отсутствуют !!!

3D КМТО в операциях Теории Поля (AIP)

3D Теорема (Терентьев): **даны** 3 объекта: 3D массив отсчетов ***D=f(x0,y0,z0)*** и две матрицы: с ортонормированным базисом Фурье (в строках) $H=H^{(0)}(x0)$, $x0=0:N\text{-}1$ и матрица Фурье гармоник $H^{(n)}(x)$, $x=0:dx:N\text{-}dx$, **тогда** “непрерывная” функция $dx<1$

$$f^{(nx,ny,nz)}(x,y,z)=\sum_{kx,ky,kz=1}^{N} c_{kx,ky,kz} * H^{(nx)}(kx,x) * H^{(ny)}(ky,y) * H^{(nz)}(kz,z), \quad (1)$$

$$c_{kxkykz}=(f(x0,y0,z0),H^{(0)}(kx,x0) * H^{(0)}(ky,y0) * H^{(0)}(kz,z0))=$$

$$=\sum_{x0,y0,z0=1}^{N} f(x0,y0,z0) * H^{(0)}(kx,x0) * H^{(0)}(ky,y0) * H^{(0)}(kz,z0),\ kx,ky,kz=1:N. \quad (2)$$

при nx=0, ny=0, nz=0 проходит через точки отсчетов

D=f **(x0,y0,z0)=** ***f*** **$^{(0,0,0)}$(x0,y0,z0).**

3D КМТО продолжение

Скалярные произведения (2) реализуют 3D Прямое ПФ, а рядами Фурье реализуется нужная (nx,ny,nz) 3D операция с интерполяцией, если dx<1.

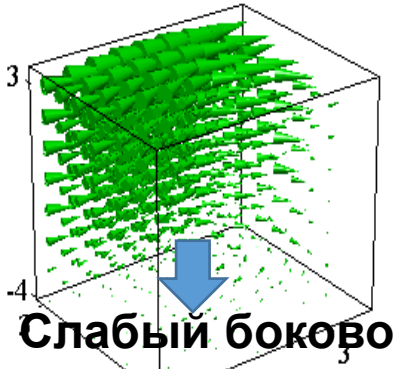
При (nx,ny,nz) =(0,0,0) и dx=1 в (1) реализуется Обратное ПФ к исходному 3D массиву данных $D=f(x0,y0,z0)=f^{(0,0,0)}(x0,y0,z0)$.

$$grad\ D(x,y,z)=\{\frac{\partial}{\partial x}D,\frac{\partial}{\partial y}D,\frac{\partial}{\partial z}D,\}=\{f^{(1,0,0)}(x,y,z),\ f^{(0,1,0)}(x,y,z),\ f^{(0,0,1)}(x,y,z)\}$$

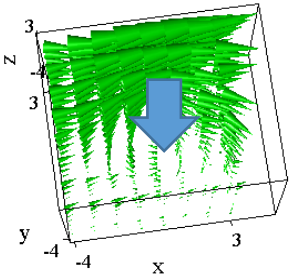
Аналогично реализуются другие операции теории поля: *div* и *rot*.

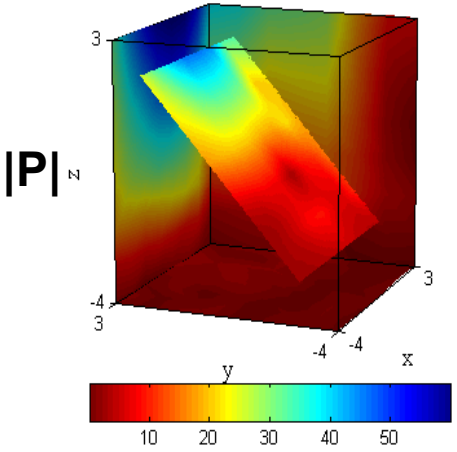
Все операции Теории Поля реализованы на Мат Лабе в Защищенном Режиме, т.е. без краевых эффектов из-за ФП.

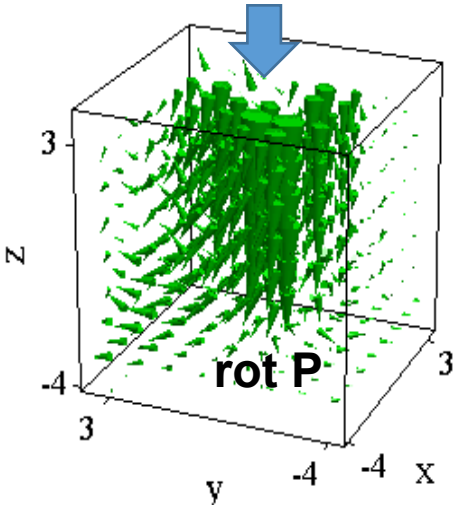
Локализация вихря с его осью вращения, точность, отношение SNR



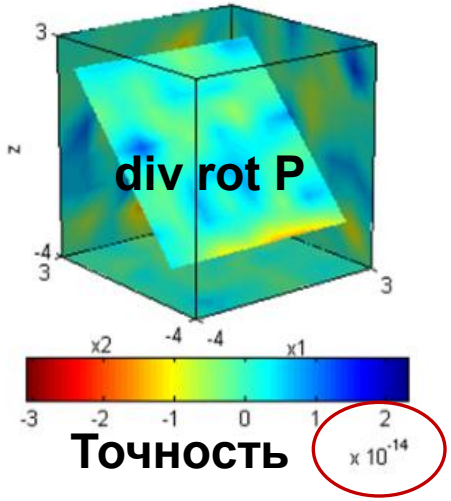
Слабый боковой вихрь P



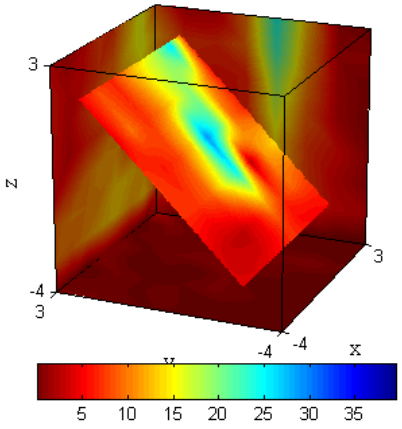




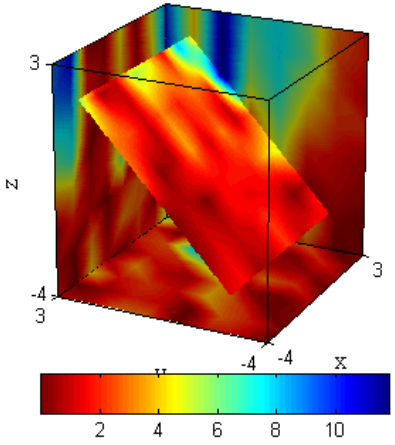
SNR(P)=|rot P|/|div P|



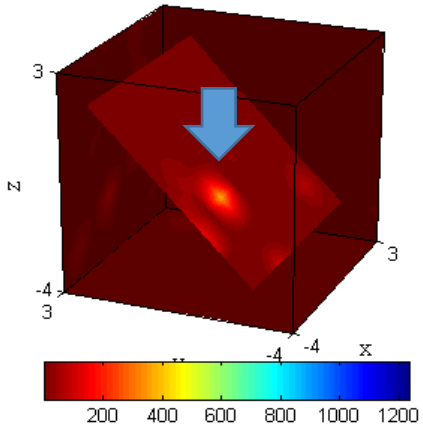
Точность



|rot P|

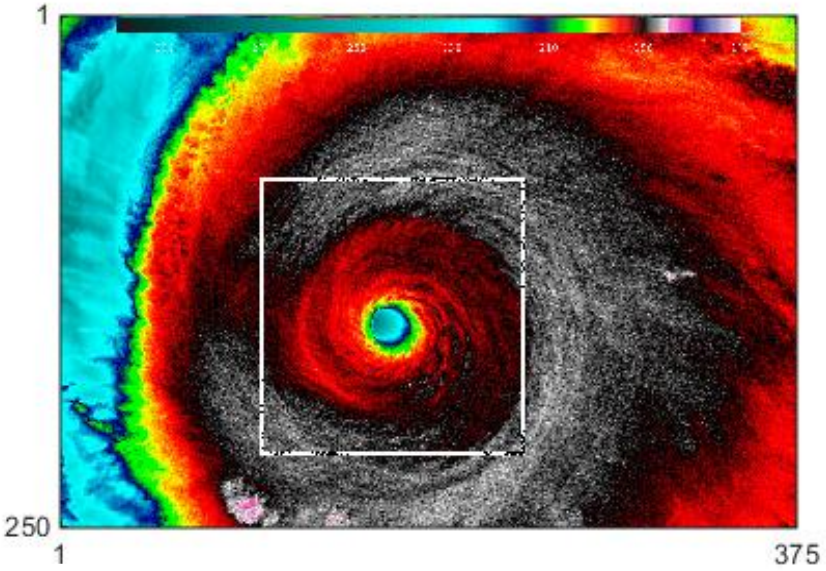


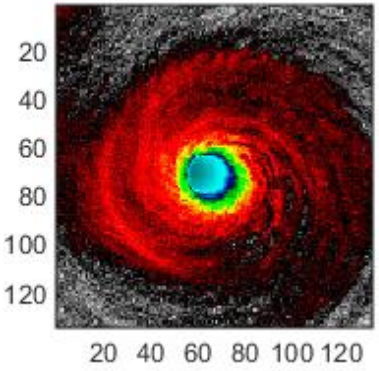
|div P|

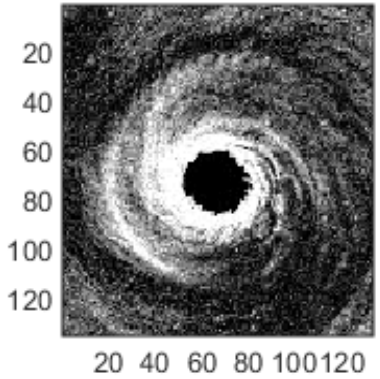


argmaxSNR(P)

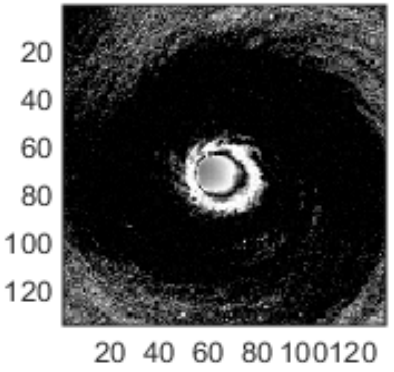
Вихри в ИК диапазоне



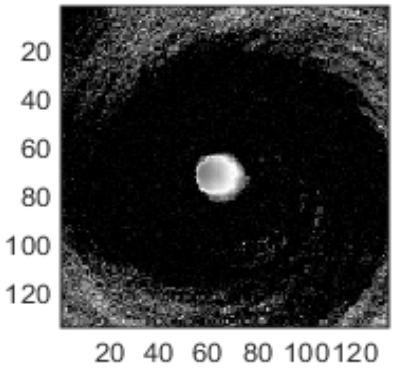




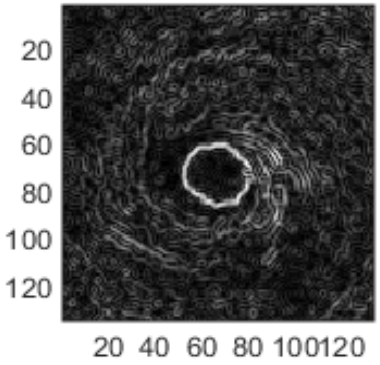
R



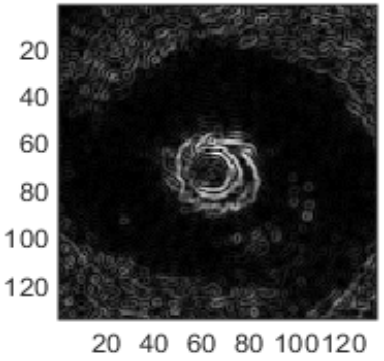
G



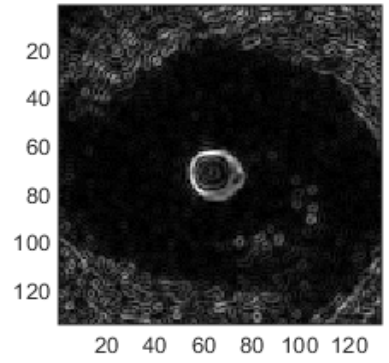
B



|gR|

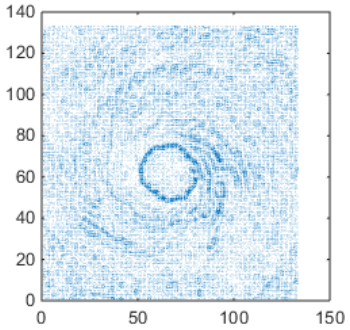


|gG|

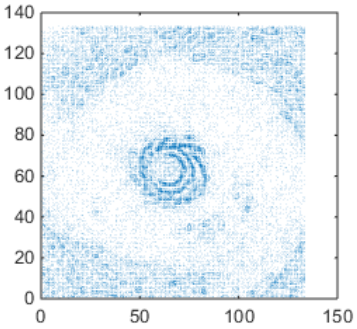


|gB|

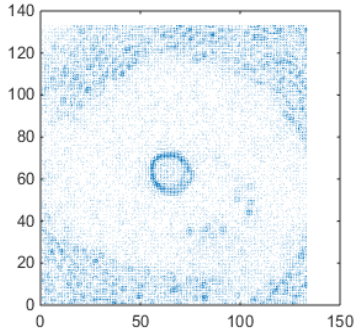
Параметры вихрей в изображениях ИК диапазона



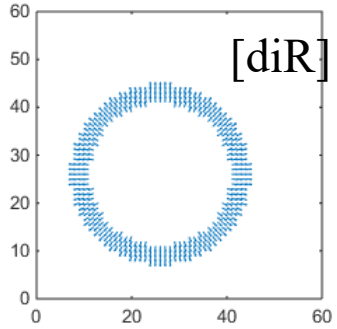
gR



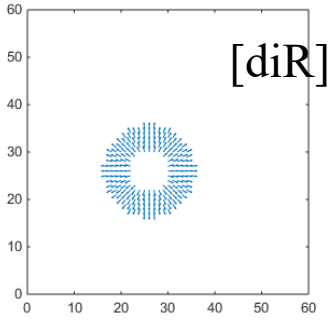
gG



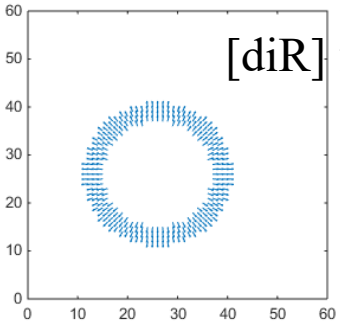
gB



[diR] for R

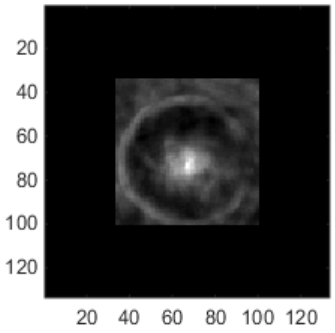


[diR] for G

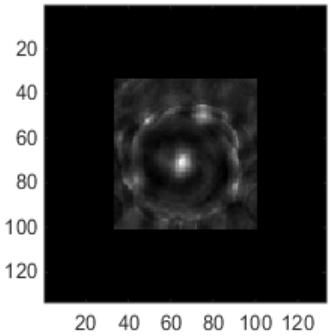


[diR] for B

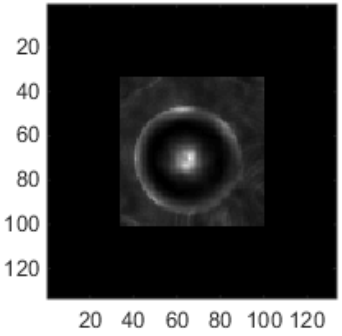
maxSNR~2.64



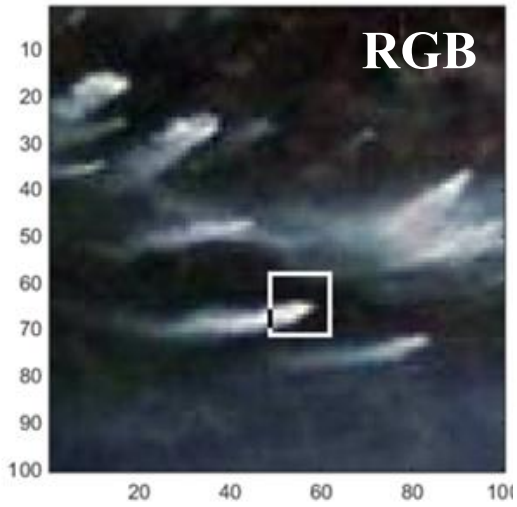
maxSNR~3.51

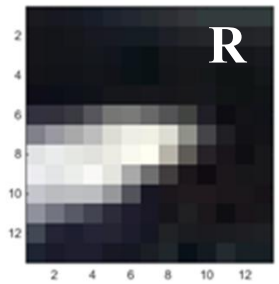


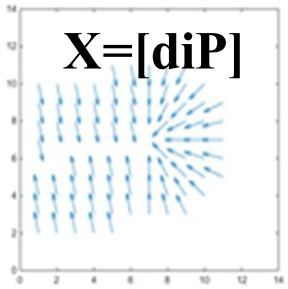
maxSNR~5.46

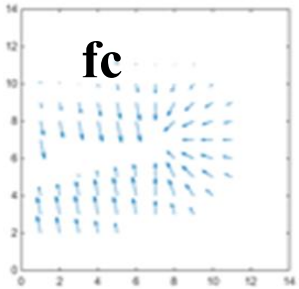


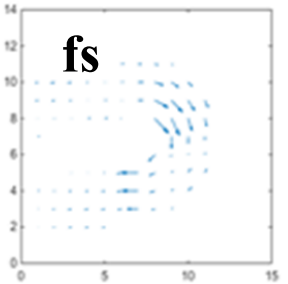
Локализация пожаров с дымовыми шлейфами в космических изображениях (Пожары в Сибири)

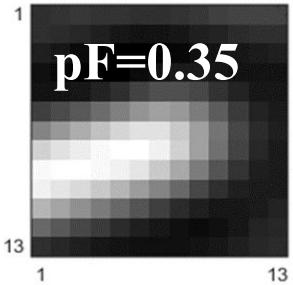


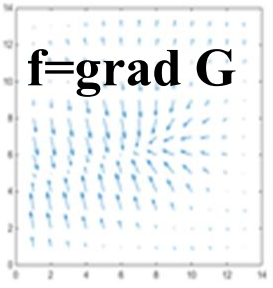


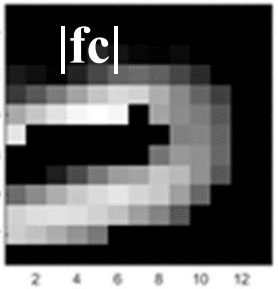


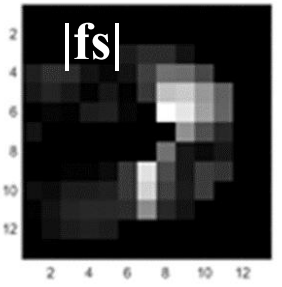


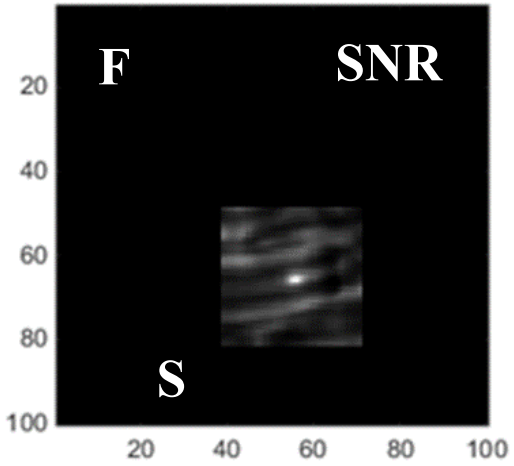


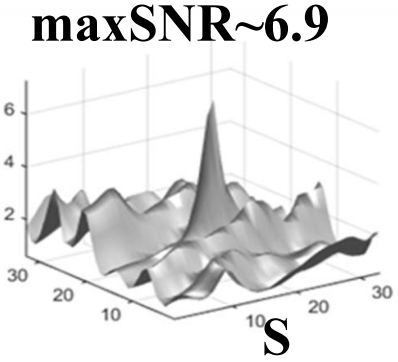


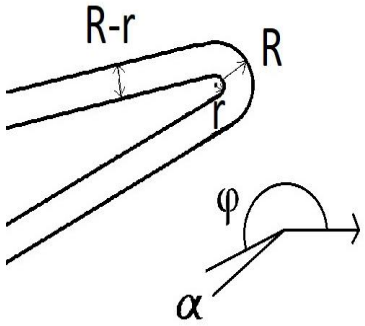


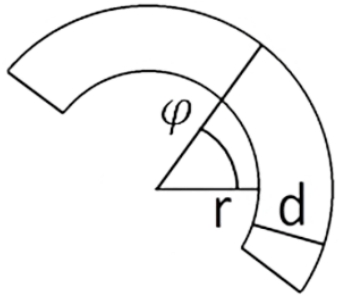






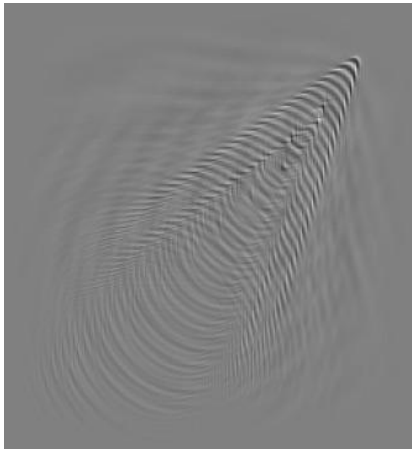


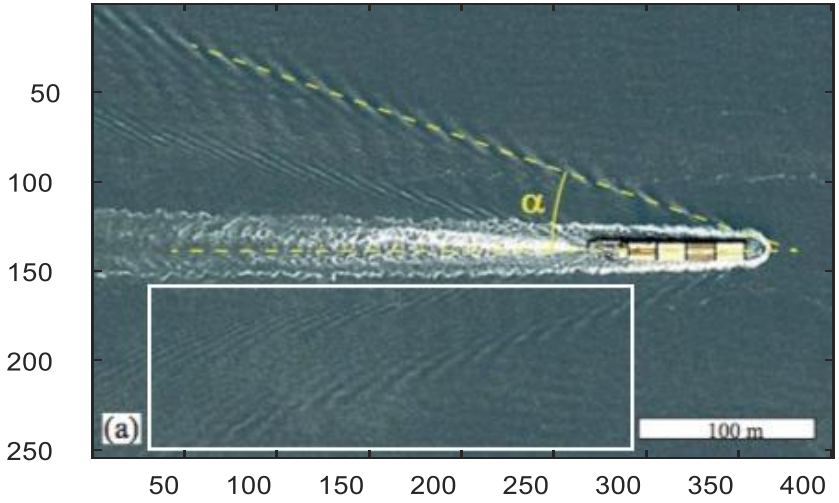




Параметры формы кильватерных следов кораблей

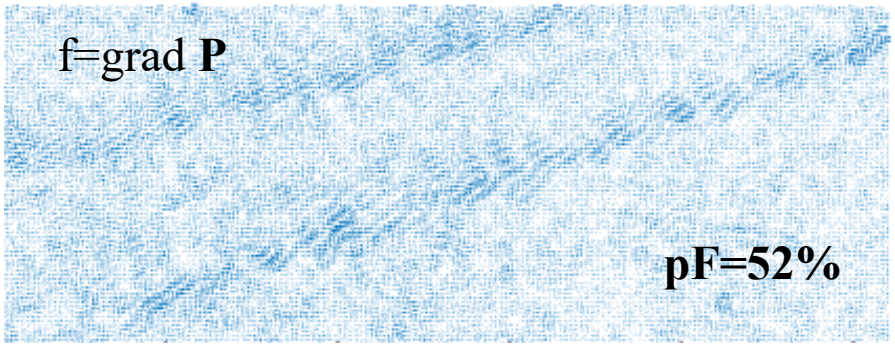


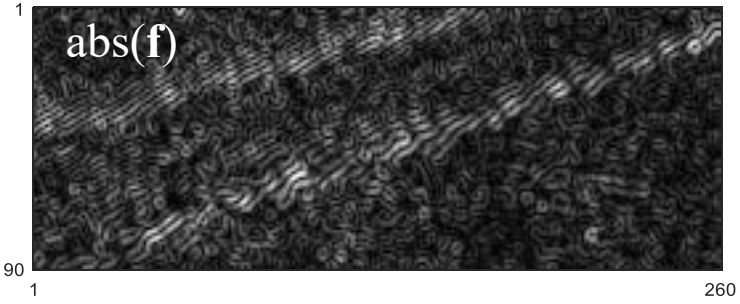




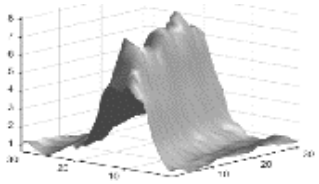
f=grad**P**

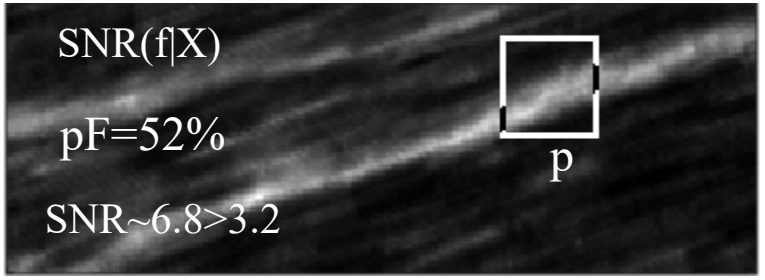




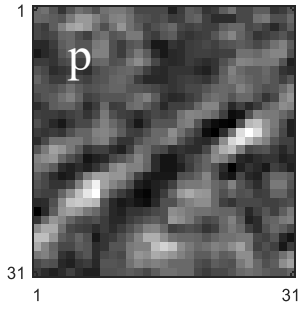


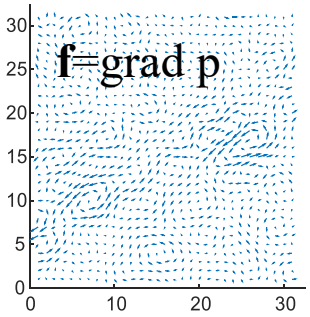
SNR~6.8>3.2

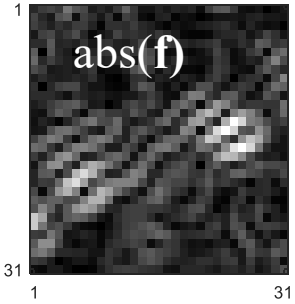


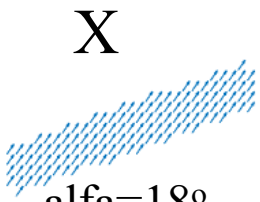


Шаблоны формы кильватерных следов кораблей



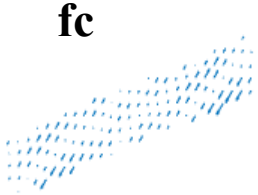




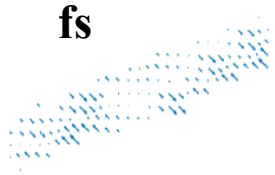


alfa=18º,

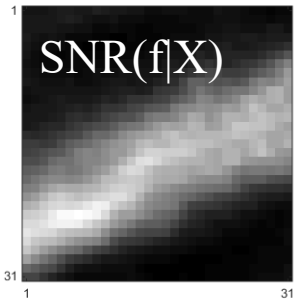
beta=52º

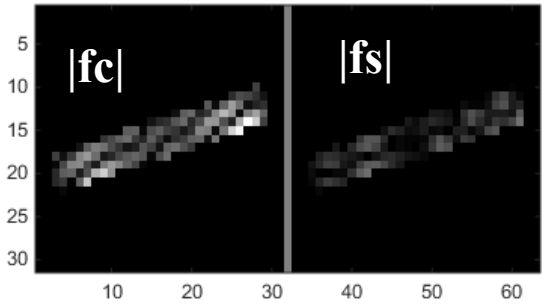


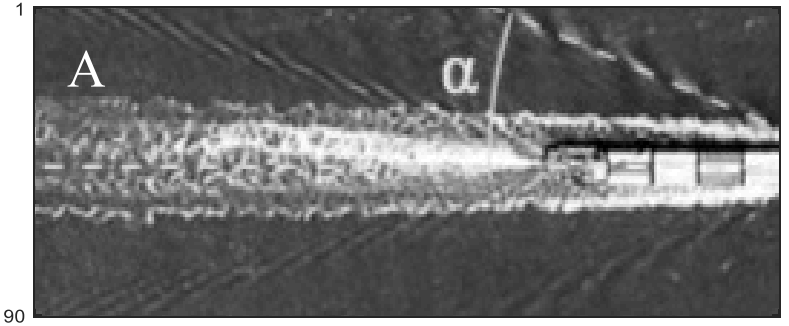
COS: fc=(f,X) X

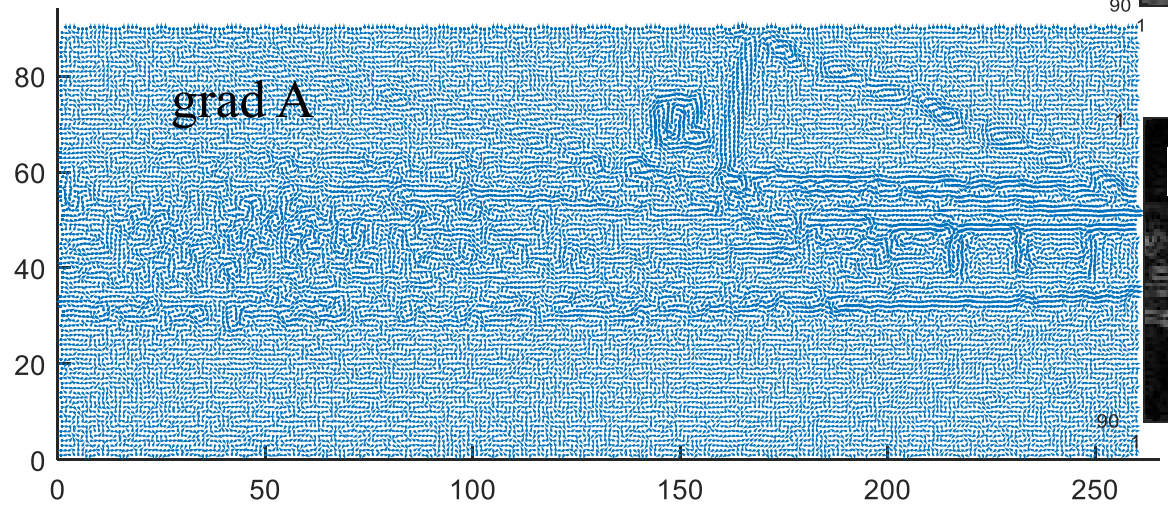


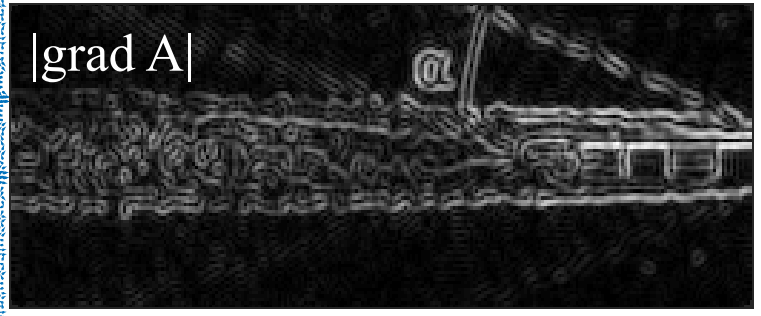
SIN: fs=f-fc



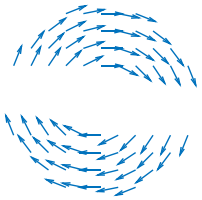


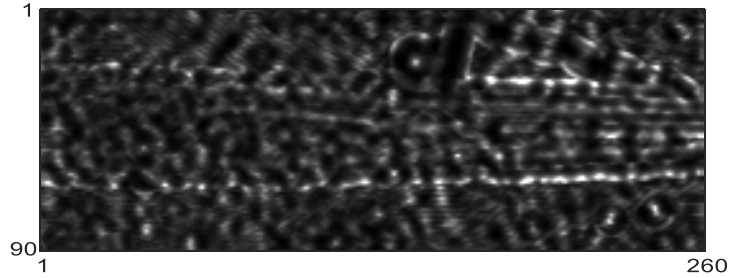




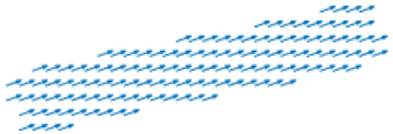


Шаблоны граничных меток пенных шлейфов кораблей

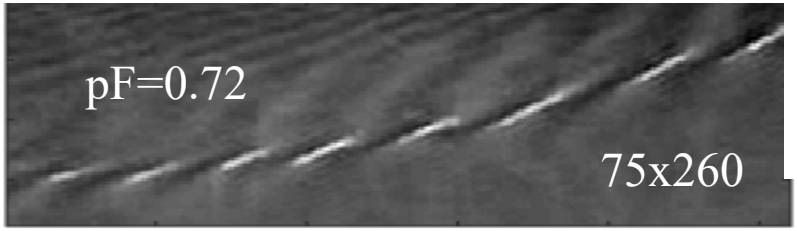


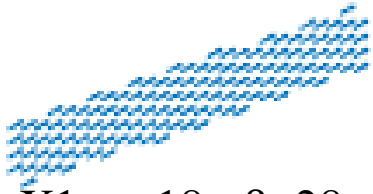


Настройка углов векторов в шаблоне, переменные шаблоны

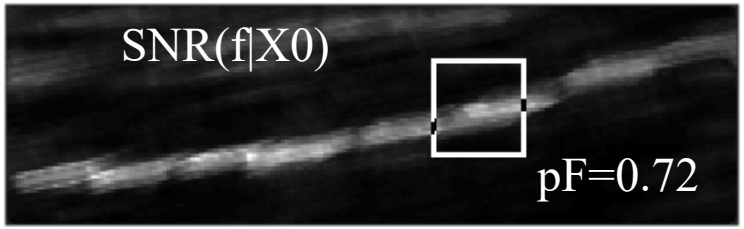


X0: α=10°, β=18°

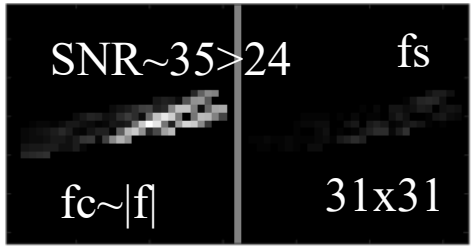


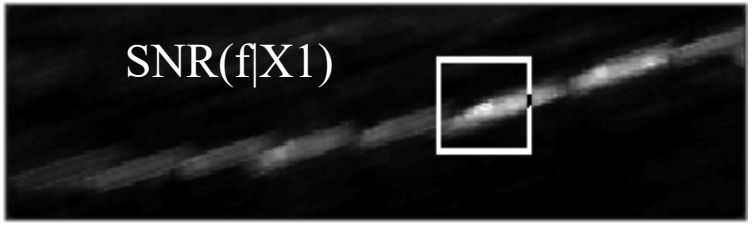


X1: α=18°, β=28°

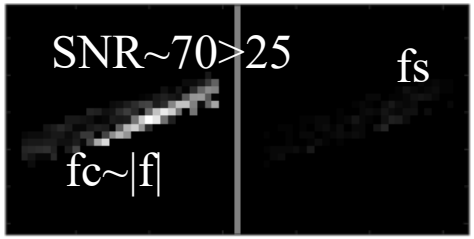


SNR~35>24

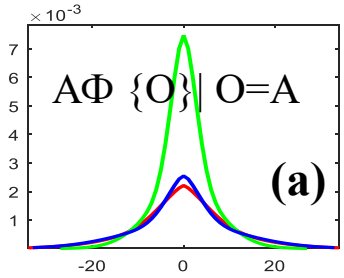


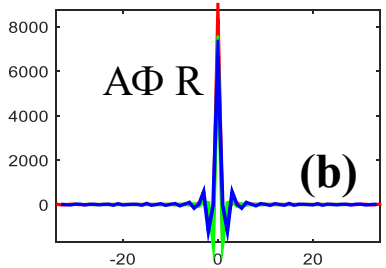


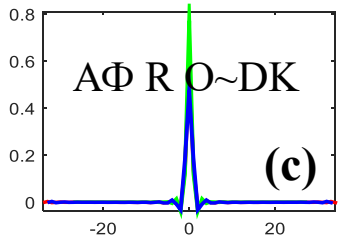
SNR~70>25

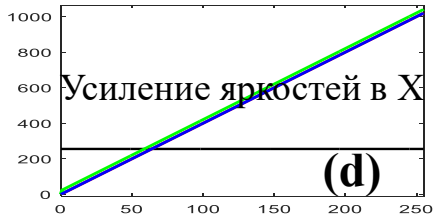


ММ разрешает Гравитационные Волны при взрыве двух нейтронных звезд





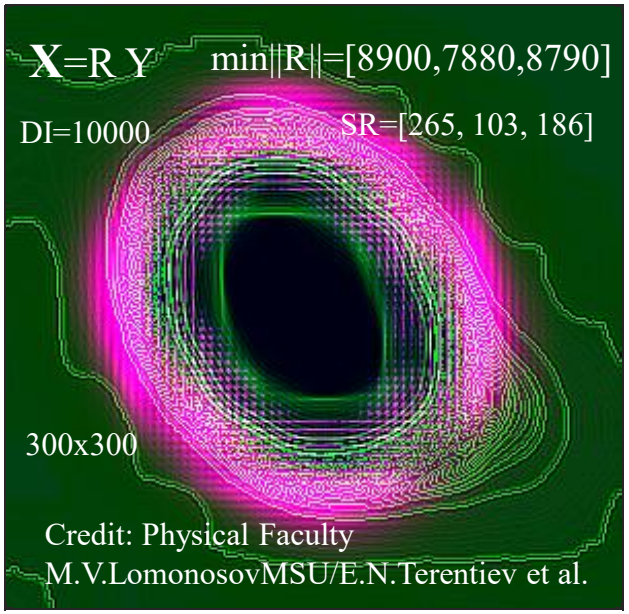




'2nstars_xray_8-26-2017'

(a-c) сечения АФ ММ,
(d) – усиление слабых яркостей в X



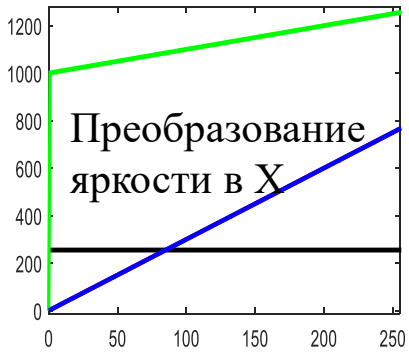


Y – исходные данные с Чандры, **X** SR изображение с выхода ММ: взрыв во внутренность или в тень ЧД.

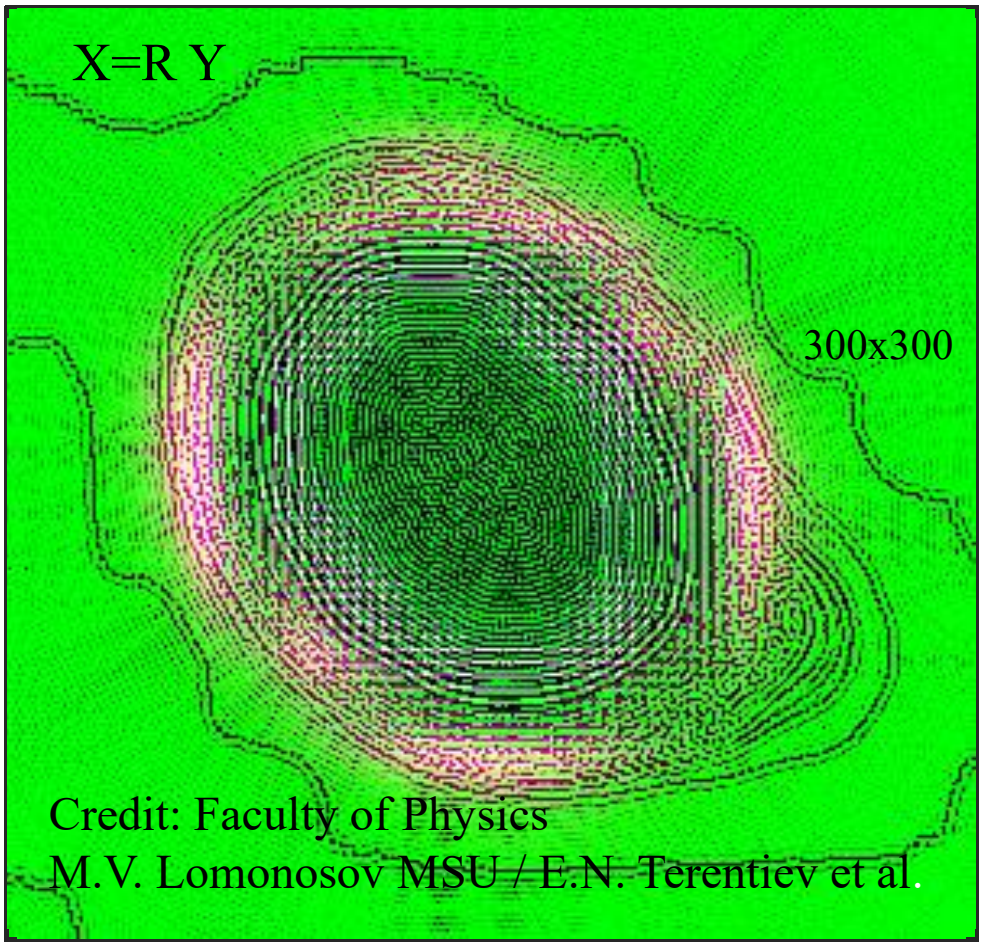
Метод ММ пока не применялся для получения SR изображений с ИВС в литографии. Будущие за новыми ИВС в 0.2-1нм Литографии с методами ГМ и ММ.

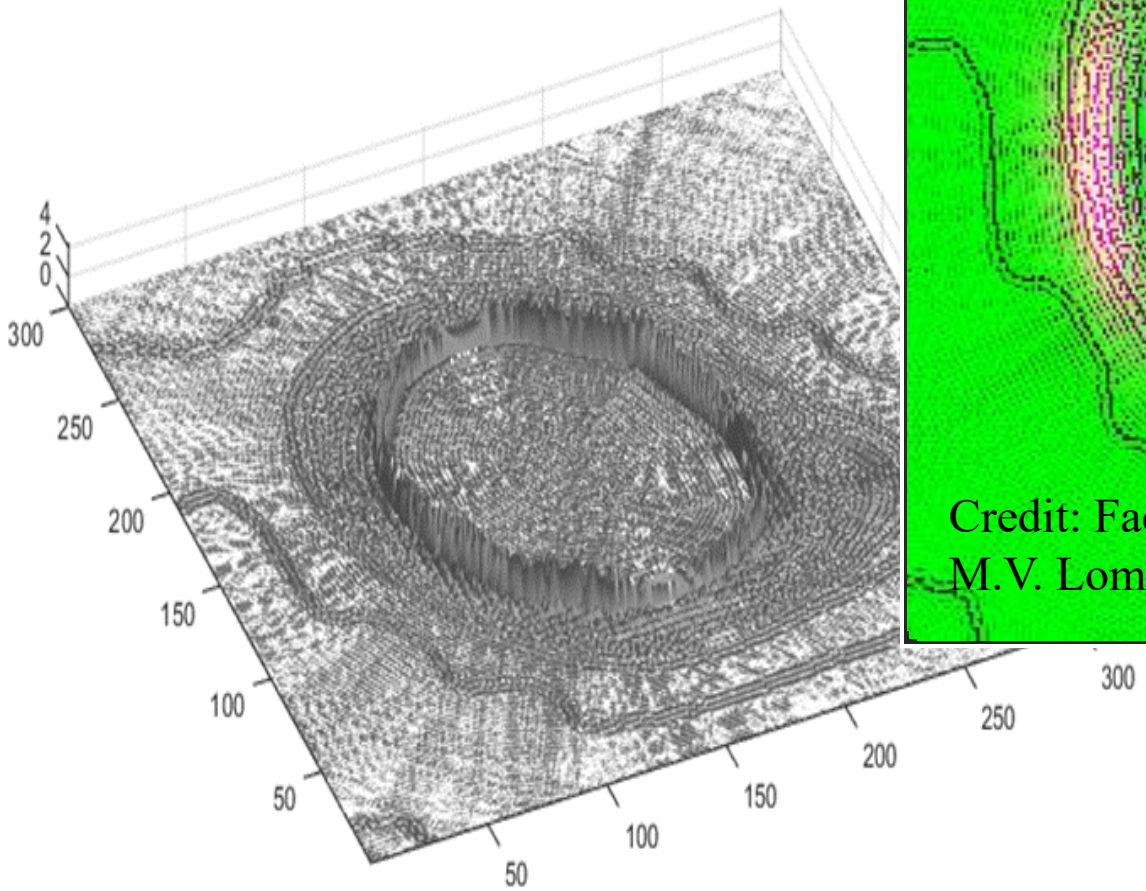
Гравитационные Волны при взрыве пары НЗ





'2nstars_xray_8-26-2017'





Обсуждение

Методы градиентной морфологии превосходят на порядок по точности локализации, например, обычные морфологические и корреляционные методы [1]. Для успешной работы методов ГМ требуется настройка (параметров) шаблонов и для фильтрация одиночных точек в исходных изображениях подбор параметр pF>0.

Актуально

создание широкого спектра технических устройств со встроенными вычислителями для создания новых ИВС в 0.2-1нм Литографии с методами ГМ и PMAI.

Выводы

методы ГМ найдут широкие применения в решении задач геофизики, волновой физики, в электродинамике, астрофизике и т.п

References

1.Terentiev E.N., https://orcid.org/0000-0003-1024-2575
2. Terentiev, E.N., Terentiev, N.E., Farshakova, I.I. // Springer International Publishing,
DOI: 10.1007/978-3-319-77788-7_19C.
3. E. N. Terentiev,I. N. Prikhodko and I. I. Farshakova // Problems of accurate localization objects in imagers, AIP Conference Proceedings 2171, 110009(2019); https://doi.org/10.1063/1.5133243
4. Terentiev, E.N., Prikhodko, I.N., Farshakova, I.I. Applications of finite dimensional sampling theories, AIP Conference Proceedings 2195, 020019 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5140119
5. E. N. Terentiev, I. N. Prikhodko, I. I. Farshakova, I. D. Kuznetsov, N. E. Shilin-Terentiev//Springer, Cham, doi.org/10.1007/978-3-030-11533-3_30
6. E. N. Terentiev, I. García-Magariño, N. E. Shilin-Terentyev, I. N. Prikhodko, I. I. Farshakova//Information and Computer Security (2018) Volume 1,
(http://systems.enpress-publisher.com/index.php/ICS/article/view/1025)

Email: en.teren@mail.ru; сотовый: 8966 077 11 97