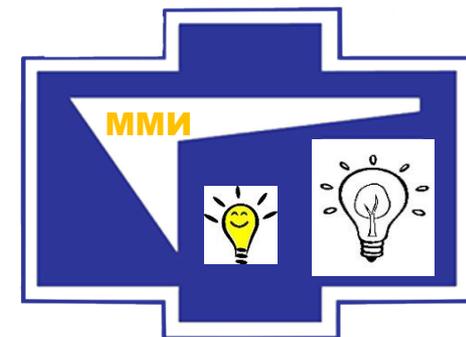


Математический Микроскоп в исследовании взаимодействий Квинтуплета звезд и в гравитационном линзировании тонких структур нейтронной звезды и квазаров



Е.Н. Терентьев, Ф.В. Шугаев,
Физический факультет МГУ им. М.В.
Ломоносова, en.teren@physics.msu.ru;



Математический Микроскоп (ММ) выявил тонкие детали взаимного поглощения сталкивающихся молодых звезд в центре нашей галактики и механизмы столкновения звездных ветров, вызывающих диффузионные рентгеновские излучения, наблюдаемым между звездами самого Квинтуплета. ММ позволил выявить сложные структуры изолированной нейтронной звезды и сложные структуры квазаров в Гравитационном Линзировании.

Mathematical Microscope & Physical Principle Turning (PPT, AIP)

We need to find a solution of the set of systems of equations

$Y|_A = \{O\} X$. Note that we do not know the AP A . The parametric set of discrete reversible AP $\{O\}$ corresponds (in accordance with our “a priori information about”) the unknown AP A .

The solution $Y|_A = \{O\} X$ can be found in the following : **there are separate isolated objects-points in X .**

The MM&=PPT solution includes three aspects:

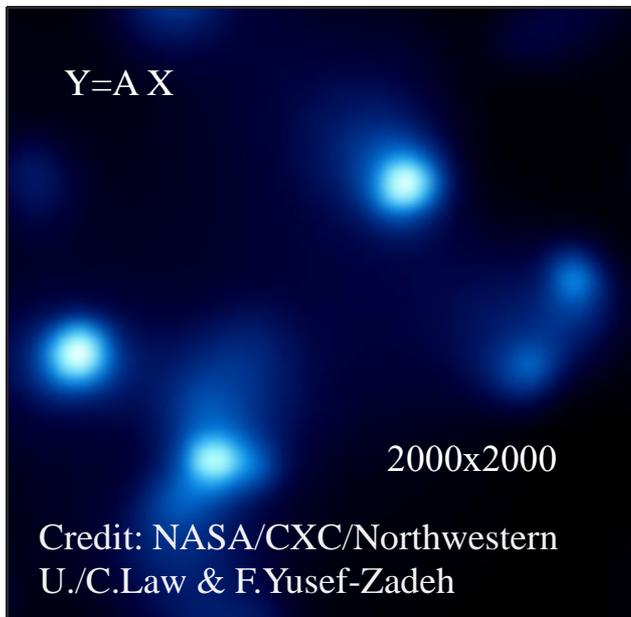
- 1) a reversible AP $Q=A$, and
- 2) a super-resolved image $X=R Y$, $R=Q^{-1}$, with a minimum norm $Nor (R)$. If in the resulting super-resolved image X ,
- 3) we **detect individual objects-points**.  becomes a fact.

We have a correct solution in this cases.

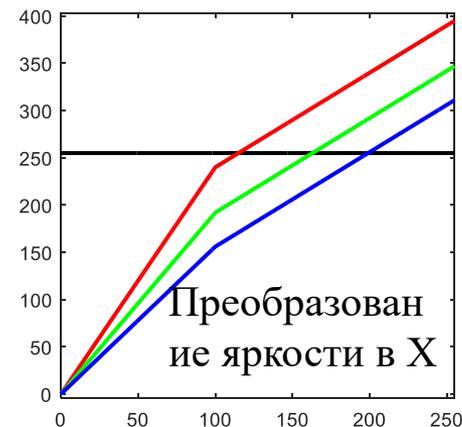
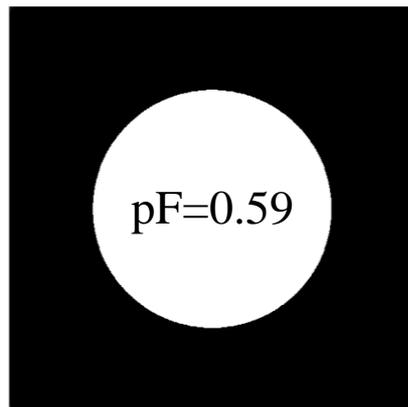
Математический Микроскоп

Метод ММ является стандартом **AIP.org (АмерИнститФизики)**.

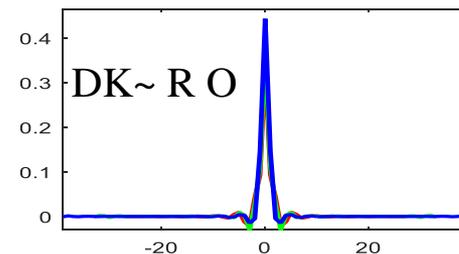
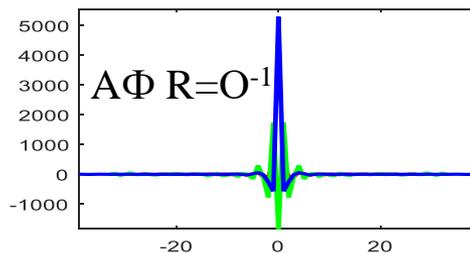
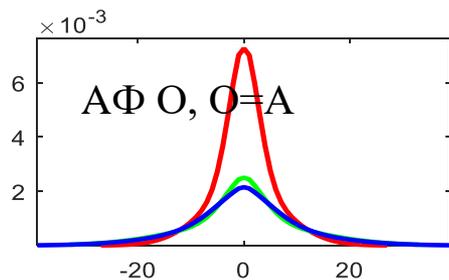
Принципы настройки ММ по обусловленности DI, постановку задачи по выбору АФ А из {O} по минимуму реакции на шум $\min\|R\|$ и величине достигаемого сверх разрешения SR можно найти в работах [4].



Маска ВЧ фильтра



(a) -Y – изображение Квинтуплета на входе ММ [1], (b) – маска обнуление ВЧ шума, (c) – преобразование яркостей в X, (d-f) – сечения АФ ММ [4].

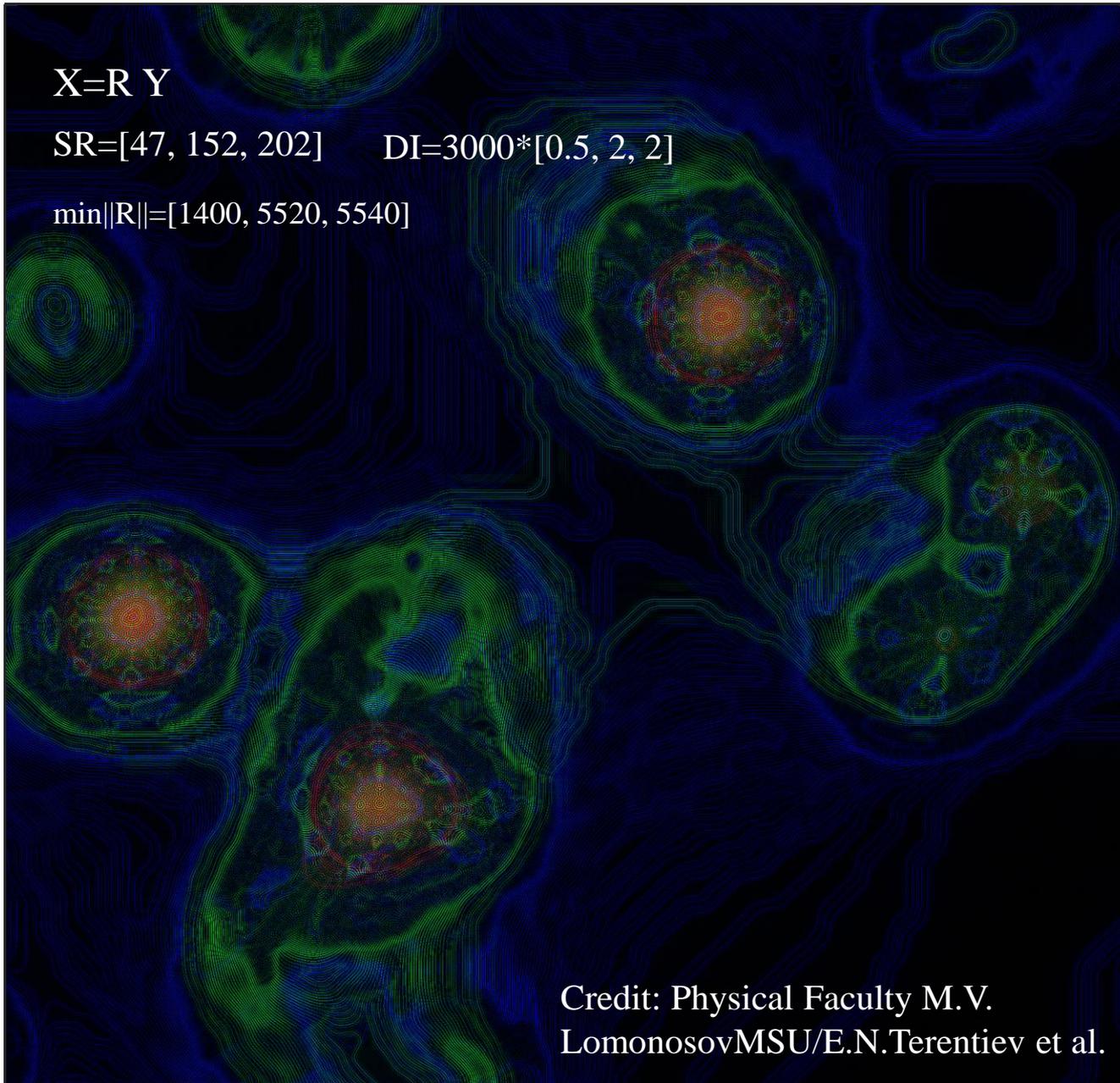


Взаимное поглощение молодых звезд

X=R Y

SR=[47, 152, 202] DI=3000*[0.5, 2, 2]

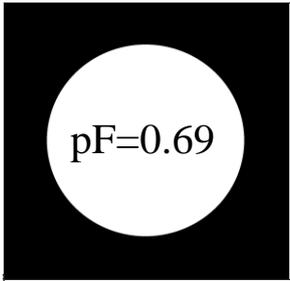
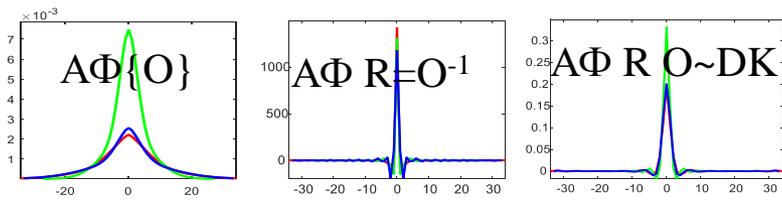
min||R||=[1400, 5520, 5540]



Более массивные звезды, быстрее теряют газ со своей поверхности в результате высокоскоростного звездного ветра. Яркие точечные концентрации газа вызваны столкновениями высокоскоростных ветров в массивных звездах, имеющих близко вращающихся партнеров.

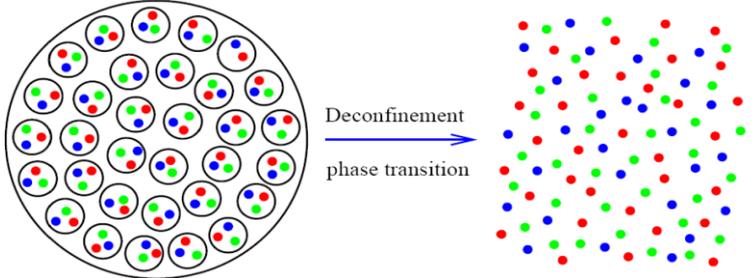
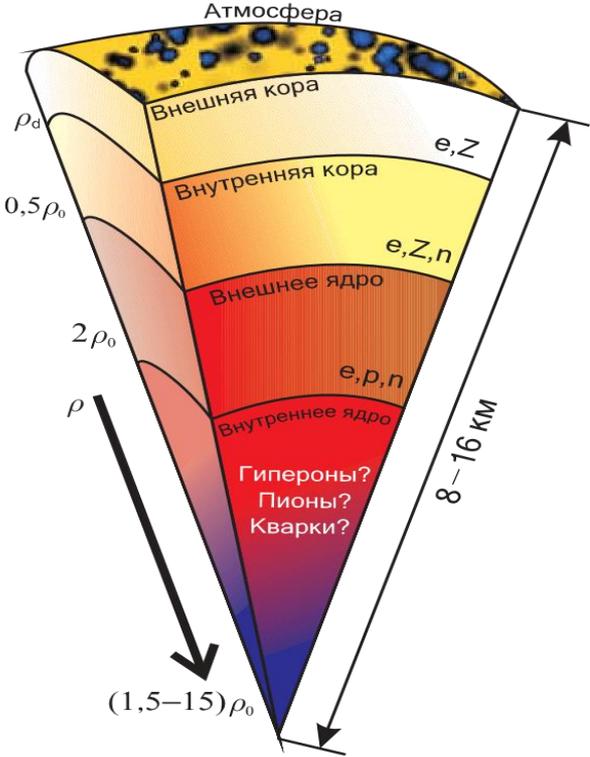
Credit: Physical Faculty M.V.
LomonosovMSU/E.N.Terentiev et al.

Структура нейтронной звезды



$Y = A X$ – изображение НЗ на входе ММ [2], АФ ММ,
pF=0.69 – маска обнуления ВЧ шума.

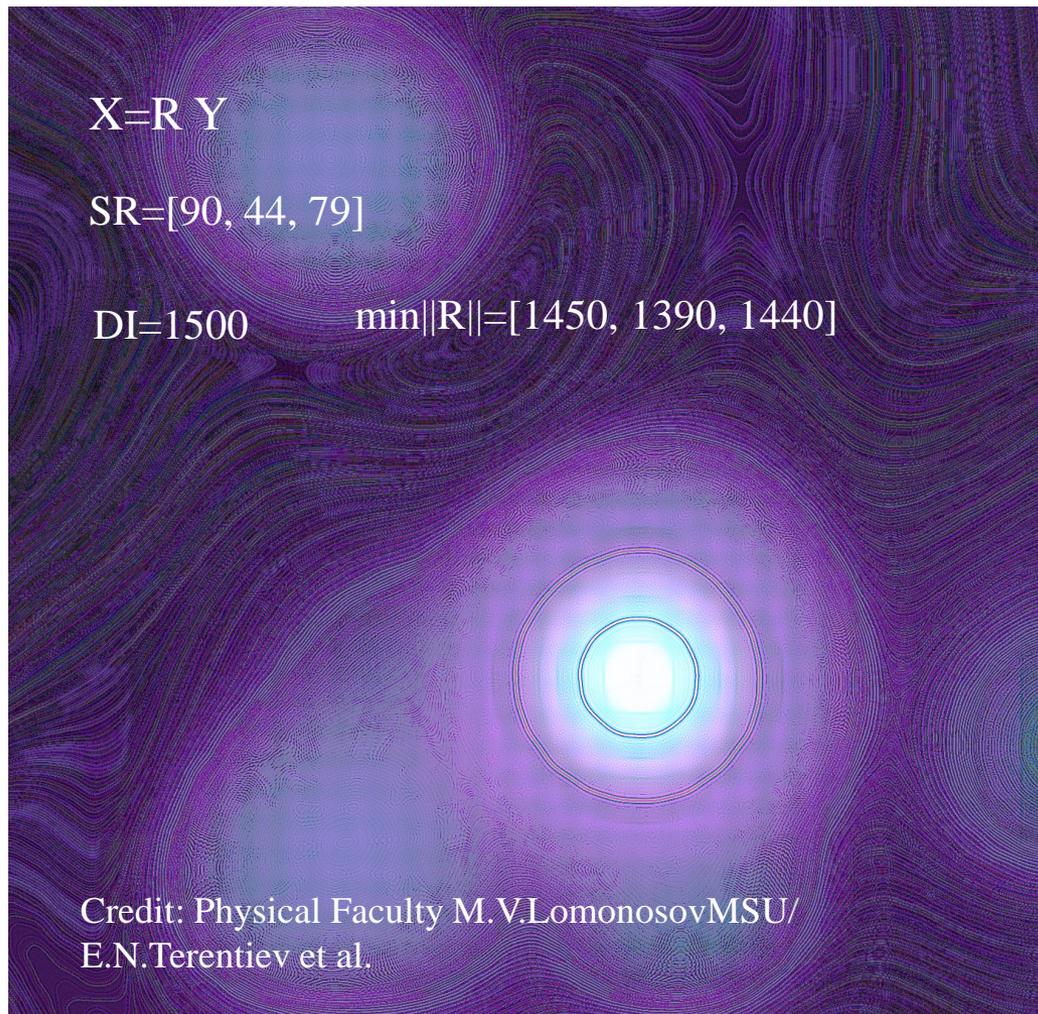
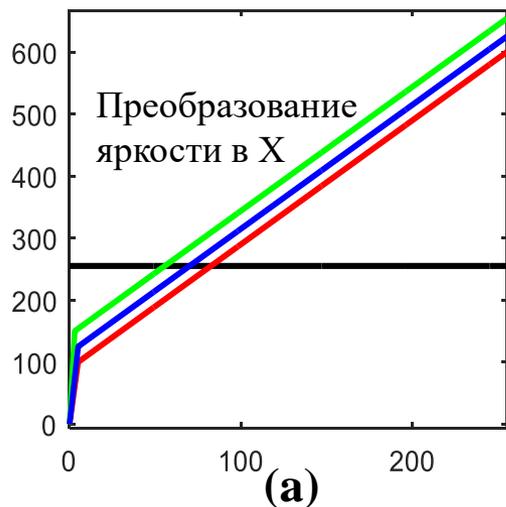
При обычных условиях (слева) **кварки** отмеченные цветными точками связаны **в адронах**. При всяких температурах $T > T_c$ происходит деконфаймент кварков и они перестают быть связанными в адронах и образуют **кварк-глюонную плазму**



Дальше: Нейтронные и странные **кварк-глюонные звезды**
(Фортов В.Е.)

Изображение с усилением слабых яркостей НЗ с выхода ММ.

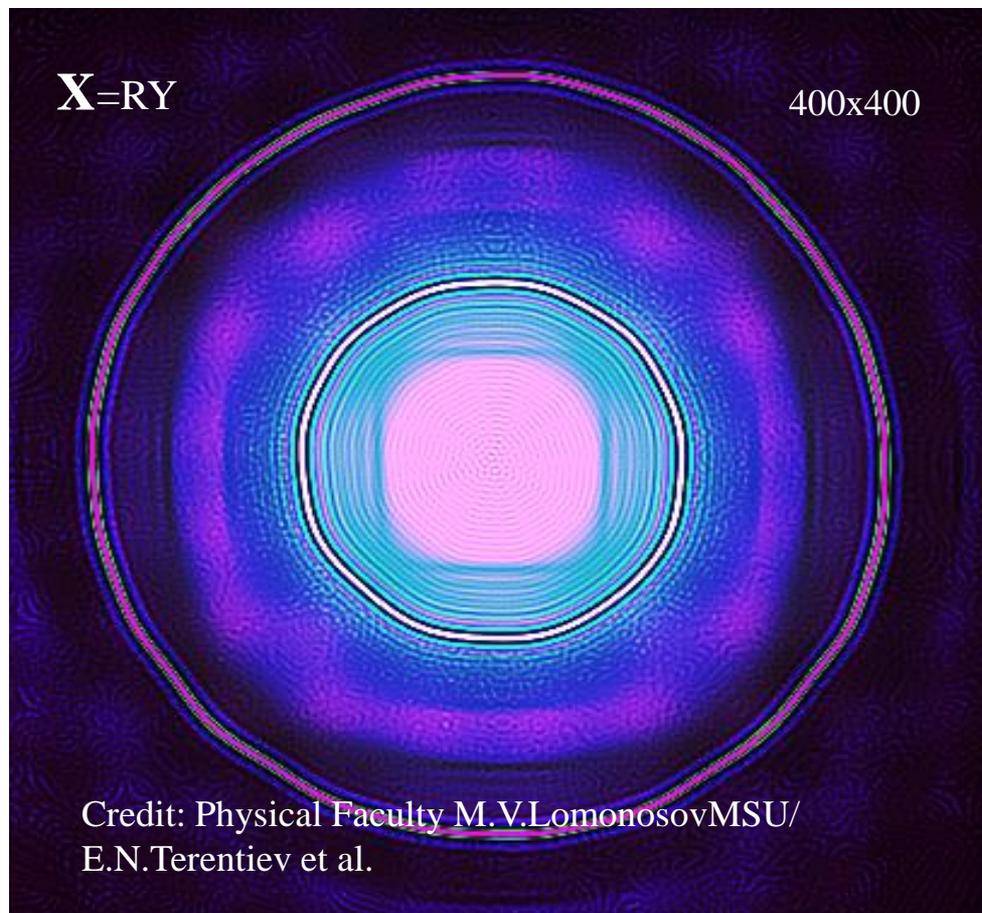
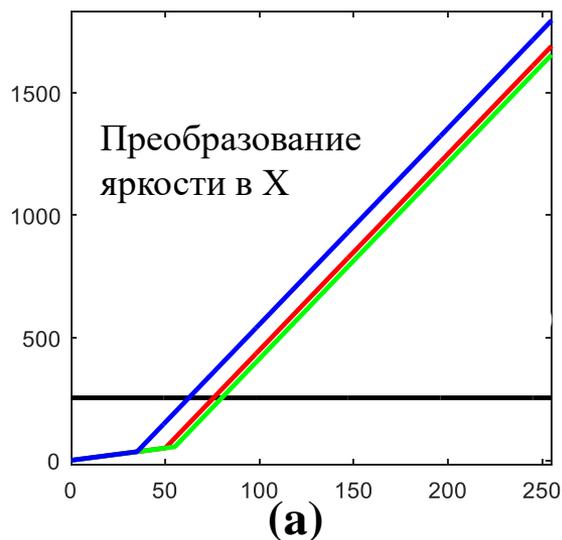
Усиливаем rgb
слабые яркости
темного фона X в
[20,50,25] раз до
средне байтового
диапазона яркостей
(0-255)



(a) – преобразование яркостей, (b) -X=R Y – изображение НЗ на выходе ММ.

Изображение с ослабление сильных яркостей НЗ с выхода ММ.

Яркие градации сводим к более различным градациям в средне байтовом диапазоне яркостей (0-255).



(a) – преобразование яркостей, (b) -X=R Y – изображение НЗ на выходе ММ.

Нейтронные и странные **кварк-глюонные** звезды (Фортов Владимир Евгеньевич)

Специфическая особенность нейтронных звезд — их сверхвысокая (ядерная) плотность $\sim 2,8 \cdot 10^{14}$ г/см³. В отличие от атомного ядра, в котором нуклоны удерживаются сильным взаимодействием (кварки), **в нейтронной звезде нуклоны удерживаются гравитационными силами.**

В итоге образуется компактная **нейтронная звезда** с $M \sim M_s$, размером всего ~ 10 км, начальной температурой $\sim 10^{11}$ К, плотностью ядра $\sim 1,5\text{--}15\rho_0$ ($\rho_0 = 2,5 \cdot 10^{14}$ г/см³ — плотность ядерного вещества), обладающая мощным магнитным ($B \sim 10^{11}\text{--}10^{16}$ Гс) и гравитационным (ускорение $\sim(2\text{--}3) \cdot 10^{14}$ см/с²) полями, что делает необходимым использование для ее описания общей теории относительности.

Атмосфера нейтронной звезды имеет толщину от десятков сантиметров до нескольких миллиметров, плотность $0,1\text{--}100$ г/см³; она состоит из неидеальной плазмы с $T \leq 10^6$ К и имеет гигантское магнитное поле.

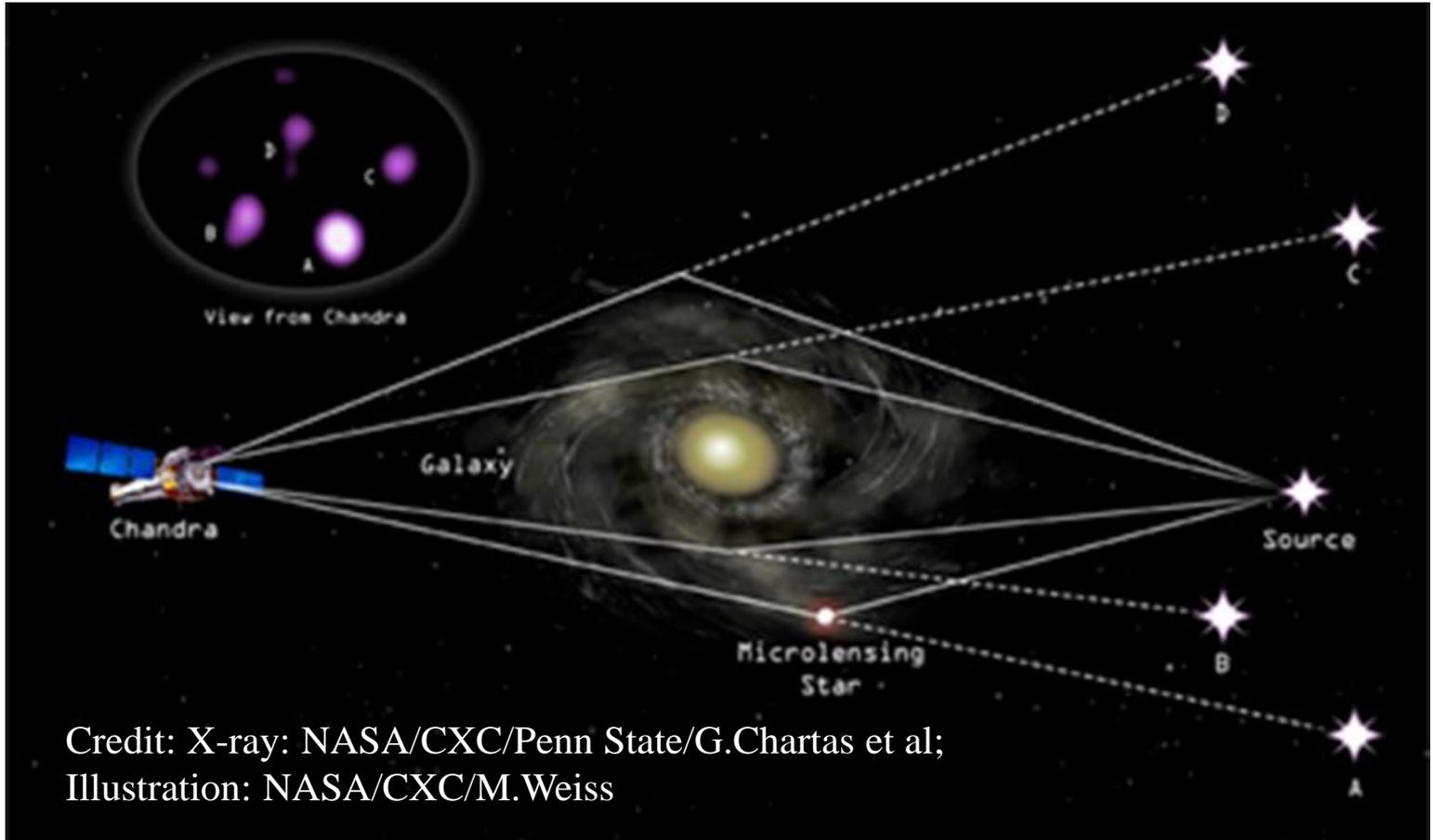
Внешняя кора толщиной в сотни метров состоит из плотной плазмы.

На границе с ядром нейтронной звезды ($2\rho_0 < \rho < 20\rho_0$) атомные ядра исчезают, а нейтроны во внутренней коре могут быть сверхтекучими, что отражается на динамике охлаждения и на нейтронной светимости объекта.

Возможно, ядро нейтронной звезды состоит из нуклонно-гиперонного вещества пионного конденсата, кварк-глюонной плазмы или каких-либо иных экзотических состояний.

*Возможно, что в ряде случаев в центральных областях нейтронных звезд может возникать **кварк-глюонная плазма**. Такие объекты называют **странными кварк-глюонными звездами.***

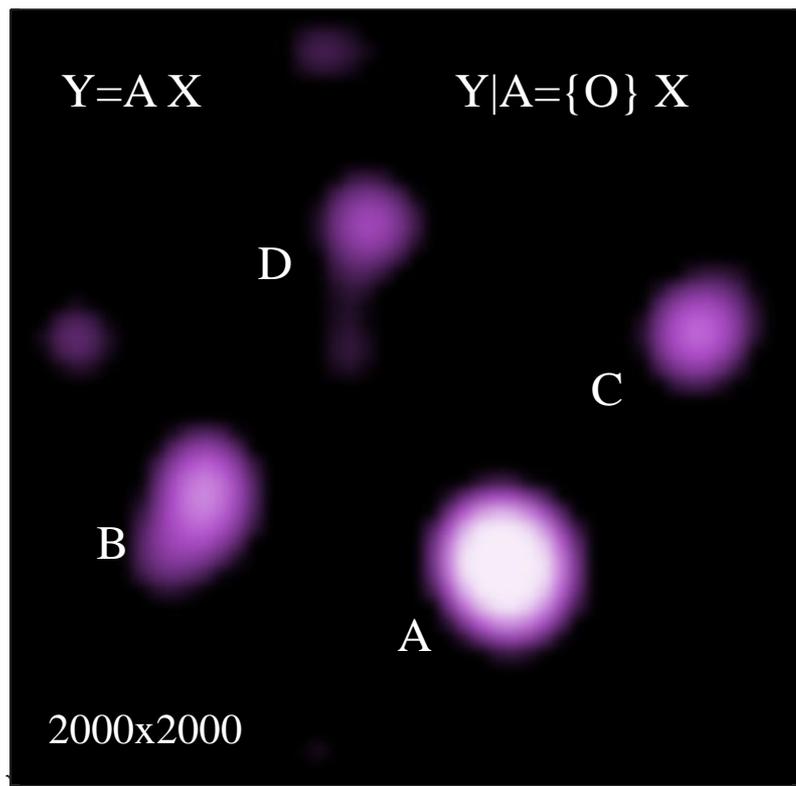
Гравитационное Линзирование космический четырехлистный клевер



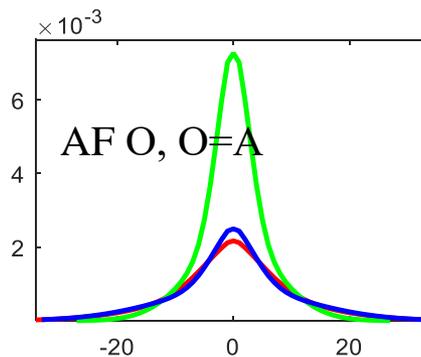
В известной схеме “Космический четырехлистный клевер” Гравитационного Линзирования (ГЛ) для наблюдения рентгеновским телескопом Чандра квазара на расстоянии 11 млрд. св. лет мы использовали ММ.

Выходные данные (изображение квазара на расстоянии 11 млрд. св. лет) с телескопа Чандра мы использовали как входные для Математического Микроскопа (ММ).

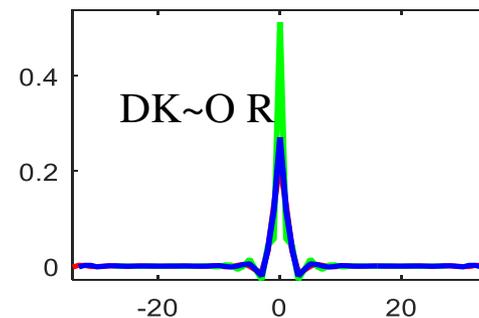
Применение ММ в Гравитационном Линзировании



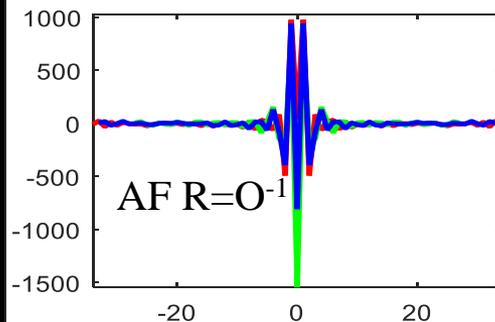
(a)



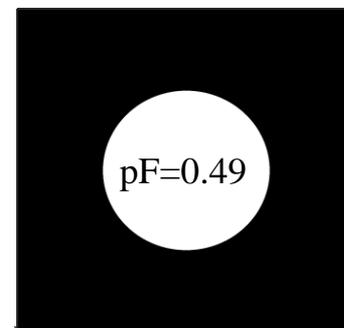
(b)



(d)



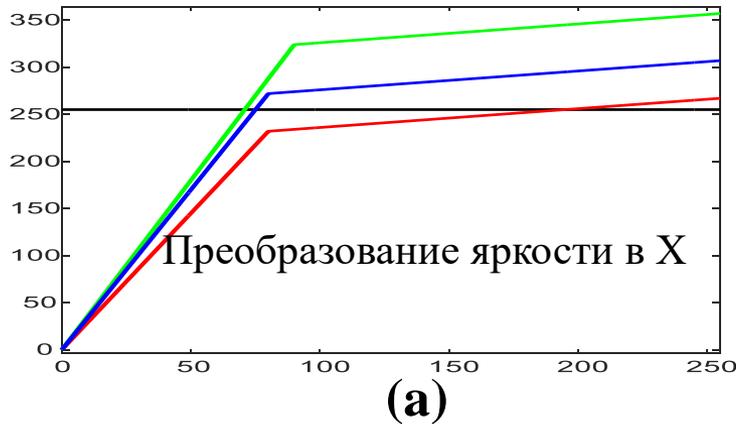
(c)



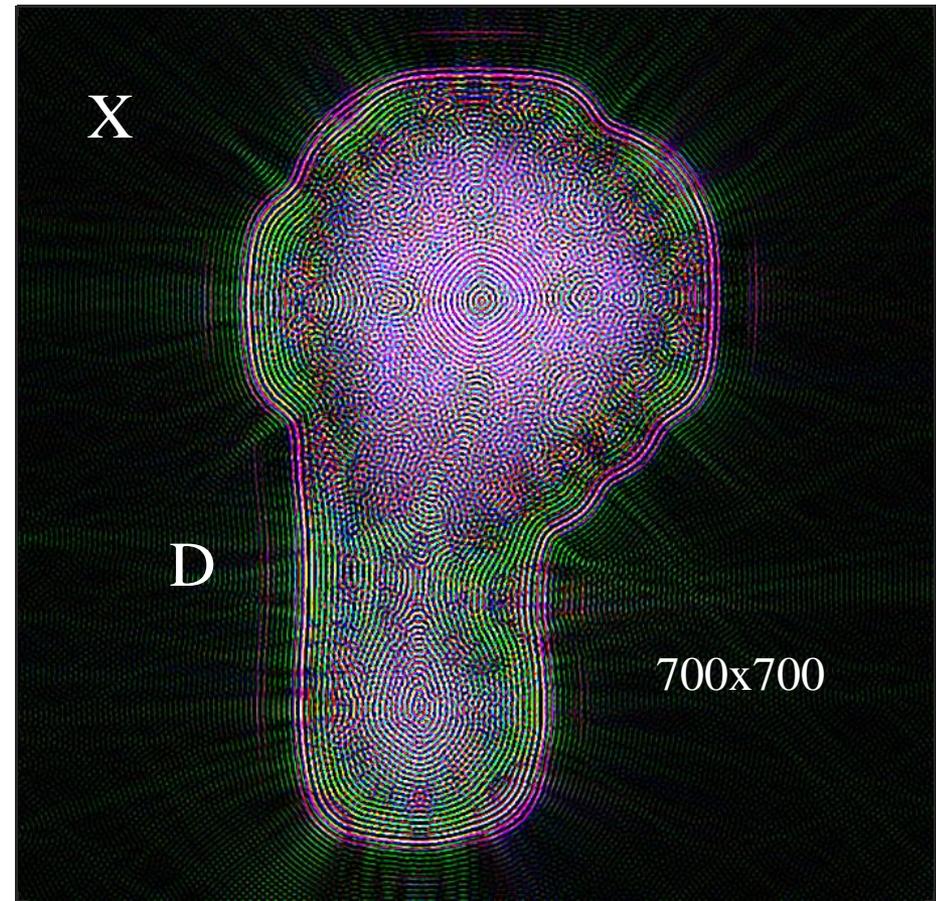
(e)

(a) -Y – изображение с телескопа Чандра, (b-d) - сечения основных АФ ММ, (e) – маска обнуления ВЧ шумов с параметром $pF=0.49$.

Физические принципы настройки ММ, “Эффект уходящих лучей”



Эффект уходящих лучей имеет место, если реализовывать в 2 раза большее усиление, чем на графике — Преобразование яркостей на (а). Мы полагаем, аналог ММ есть в нашей зрительной системе



Credit:PhysicalFacultyM.V.LomonosovMSU/
E.N.Terentiev et al.

Всем нам хорошо известен “эффект уходящих лучей” от ярких фонарей на темном фоне. Этот эффект зрительной системы присутствует и в ММ, если разбалансировано усиление яркостей в сверхразрешённом изображении X, с подавлением ВЧ шума — параметр r_F , величиной обусловленности $DI=1/\min|MTF(A)|\sim\|R\|$, (АФ $O=A$), которая определяет величину сверх разрешения SR [2].

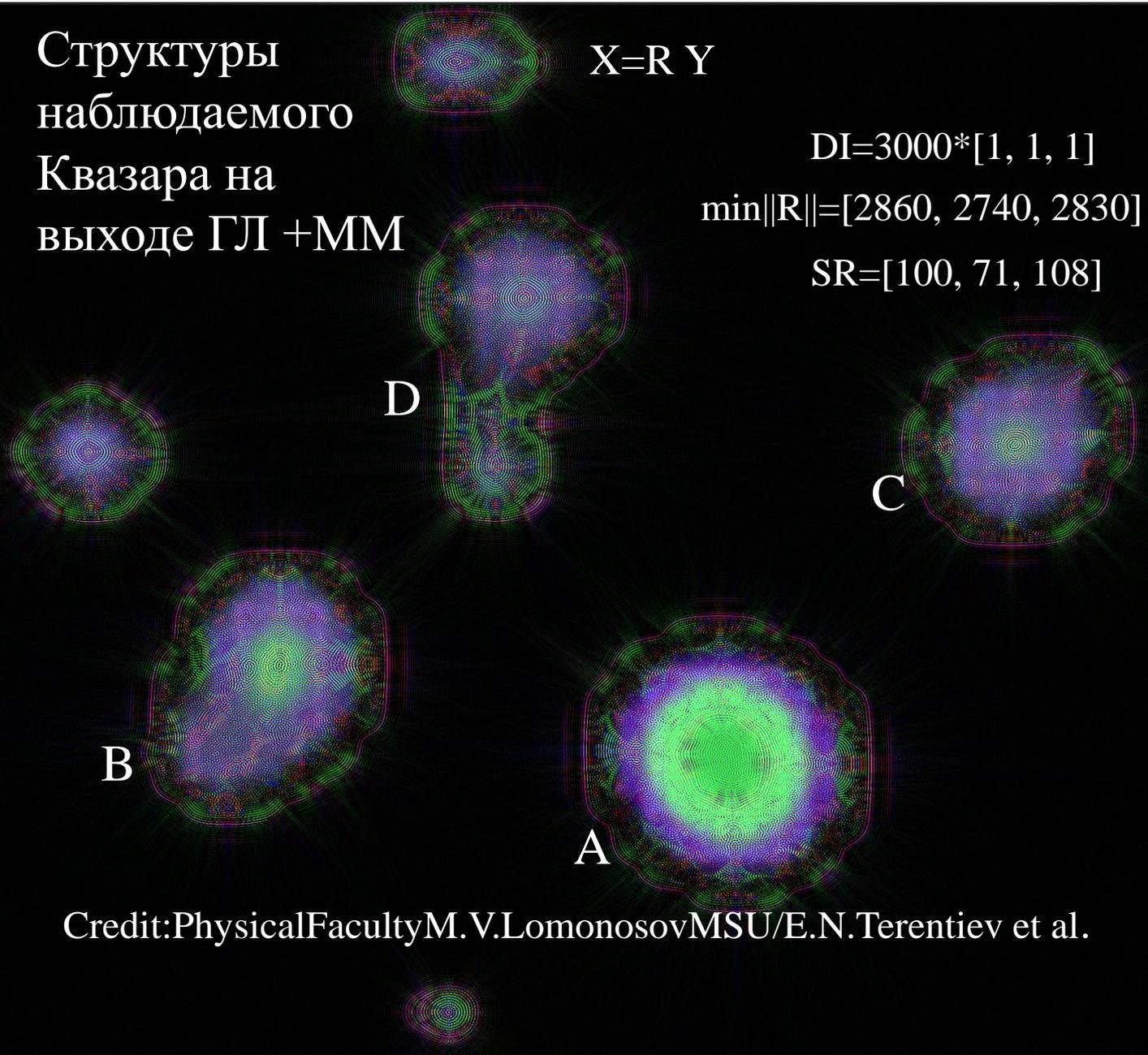
Структуры
наблюдаемого
Квзара на
выходе ГЛ +ММ

X=R Y

DI=3000*[1, 1, 1]

min||R||=[2860, 2740, 2830]

SR=[100, 71, 108]



Credit:PhysicalFacultyM.V.LomonosovMSU/E.N.Terentiev et al.

Conclusions

1. Modifications of the AF intelligent control methods can be implemented in electron microscopy, in **new radar technologies, synthesized aperture locators**, CT, MRT tomography, telescopes, etc.
2. In the ideal case, it is necessary to design intelligent, self-tuning devices (antenna systems) for CC and CAM AF O. We assume that all this can be implemented “in hardware” and in programs for **modern radars**, telescopes, microscopes, tomography devices, etc.
3. Of course, all this will be widely used in astrophysics when analyzing data from Black Holes, etc.
4. Possible wide applications MM method in the production of processors.

References

1. <https://chandra.harvard.edu/photo/2004/quint/>
2. <https://chandra.harvard.edu/photo/2022/gw170817>
3. Экстремальные состояния вещества / Фортов В. Е. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 304 с. - ISBN 978-5-9221-1104-1
4. Терентьев Е.Н. <https://orcid.org/0000-0003-1024-2575>
5. E. N. Terentiev, I. I. Farshakova, I. N. Prikhodko, N. E. Shilin-Terentyev // **Science Journal of Applied Mathematics and Statistics**, doi: 10.11648/j.sjams.20190705.12, ISSN: 2376-9491 (Print); ISSN: 2376-9513 (Online)
9. [E. N. Terentiev](#), [I. N. Prikhodko](#) and [I. I. Farshakova](#) // Concept of mathematical microscope, **AIP Conference Proceedings** 2171,110010 2019;<https://doi.org/10.1063/1.5133244>
10. E. N. Terentiev, N. E. Shilin-Terentyev // Powehi black hole images super resolution problems, **AIP Conference Proceedings** **2195**, 020040 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5140140>
11. . Fortov V.E. Study guide: Extreme states of matter on Earth and in Space, ISBN 978-5-9221-0963-5, Physmatlite, 2008 y.

Контактная информация Терентьев Евгений Николаевич

СОТОВЫЙ: **8 903 152 43 33**

Email: en.teren@mail.ru;