



Новые стратегии наблюдательного поиска нетривиальных структур во Вселенной

Сажина О.С.

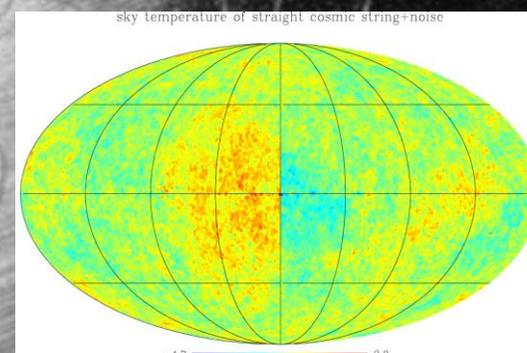
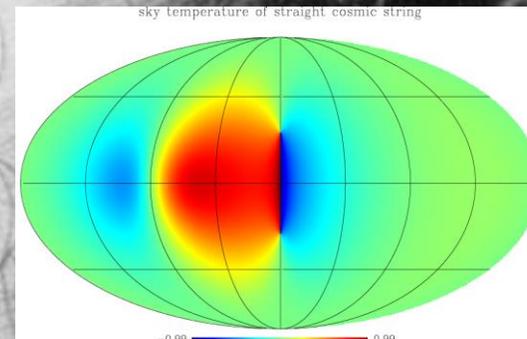
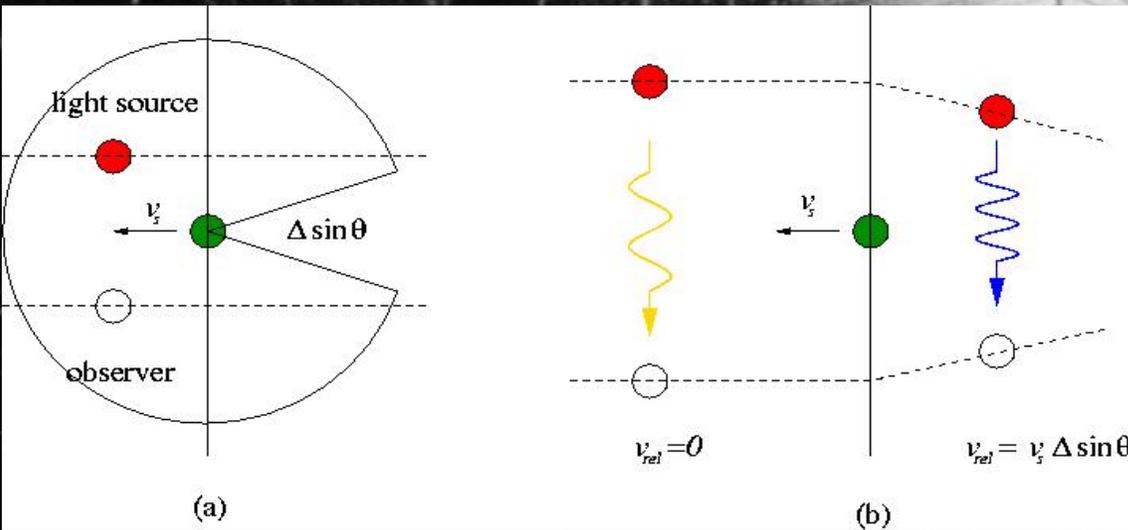
ГАИШ МГУ им. М.В. Ломоносова

*Сессия-конференция секции ядерной физики ОФН
РАН, посвященная 70-летию В.А. Рубакова*

21 февраля 2025

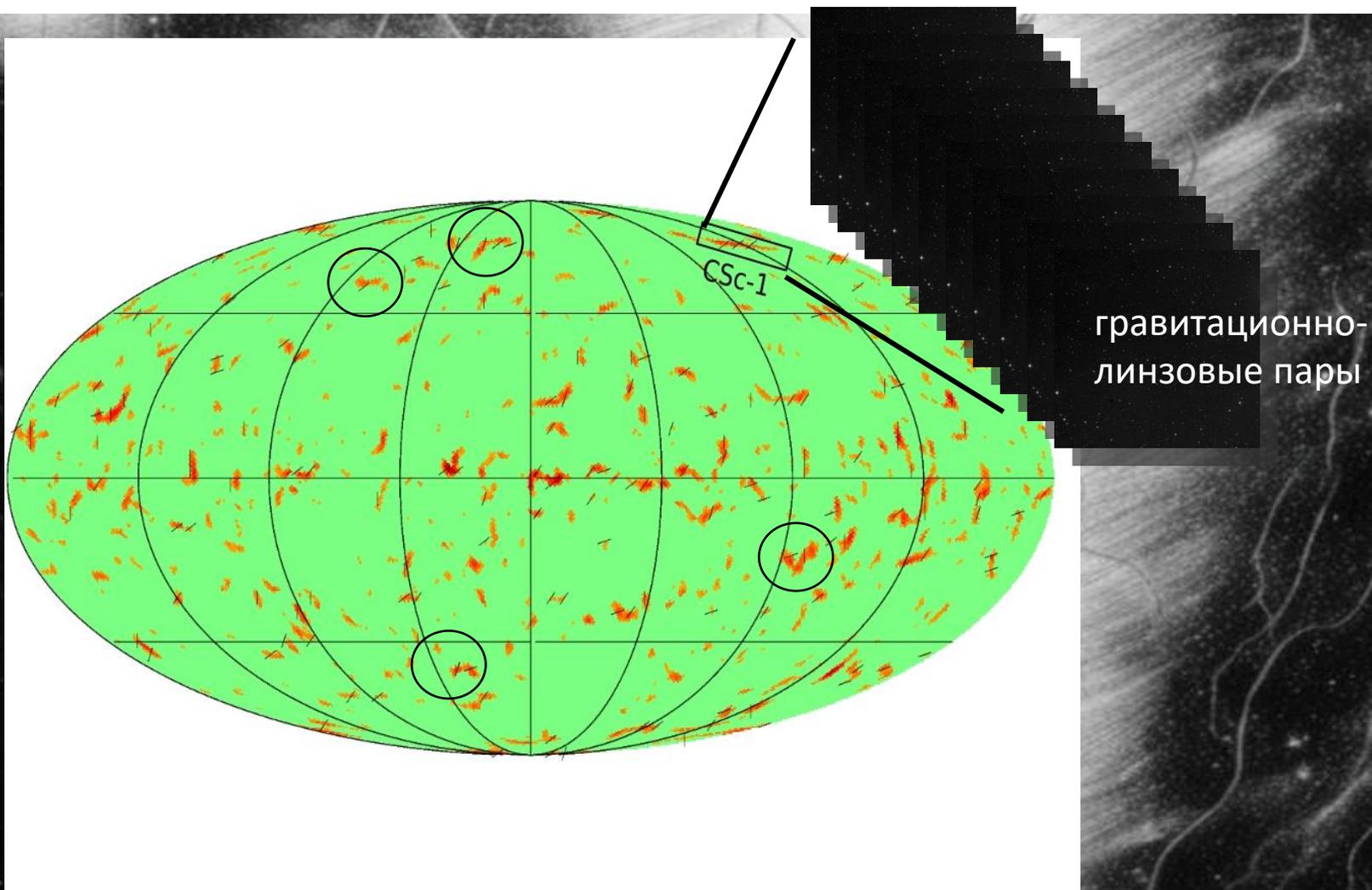
Стратегия поиска космических струн методами астрофизики

(1) Поиск характерных ступенчатых структур в данных анизотропии реликтового излучения путем обработки радиокарт WMAP и Planck с помощью ступенчатого фильтра. Данный метод обусловлен существенной одномерностью КС и основан на общем физическом свойстве КС генерировать эффект Доплера при движении фотонов от поверхности последнего рассеяния к наблюдателю.



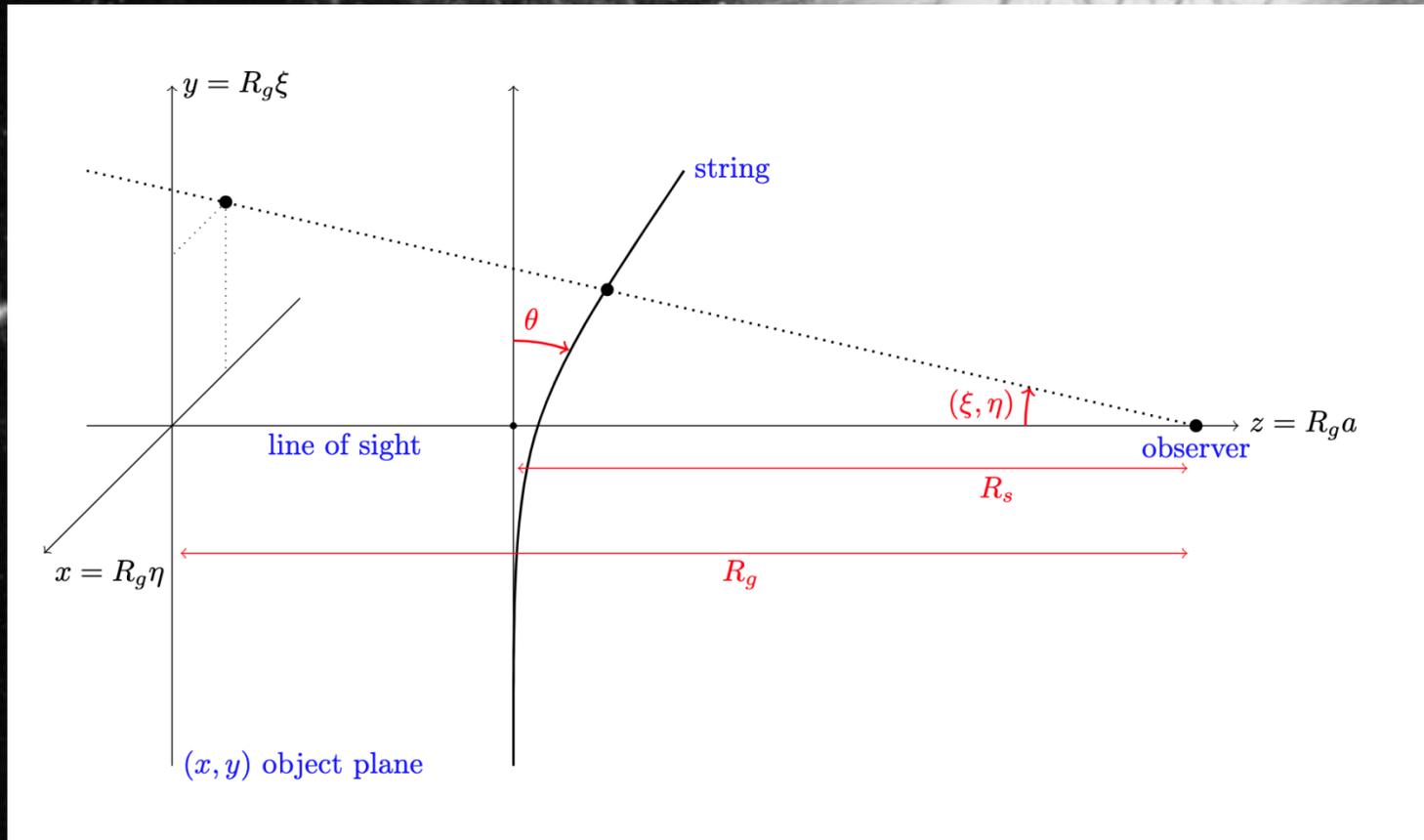
Стратегия поиска космических струн методами астрофизики

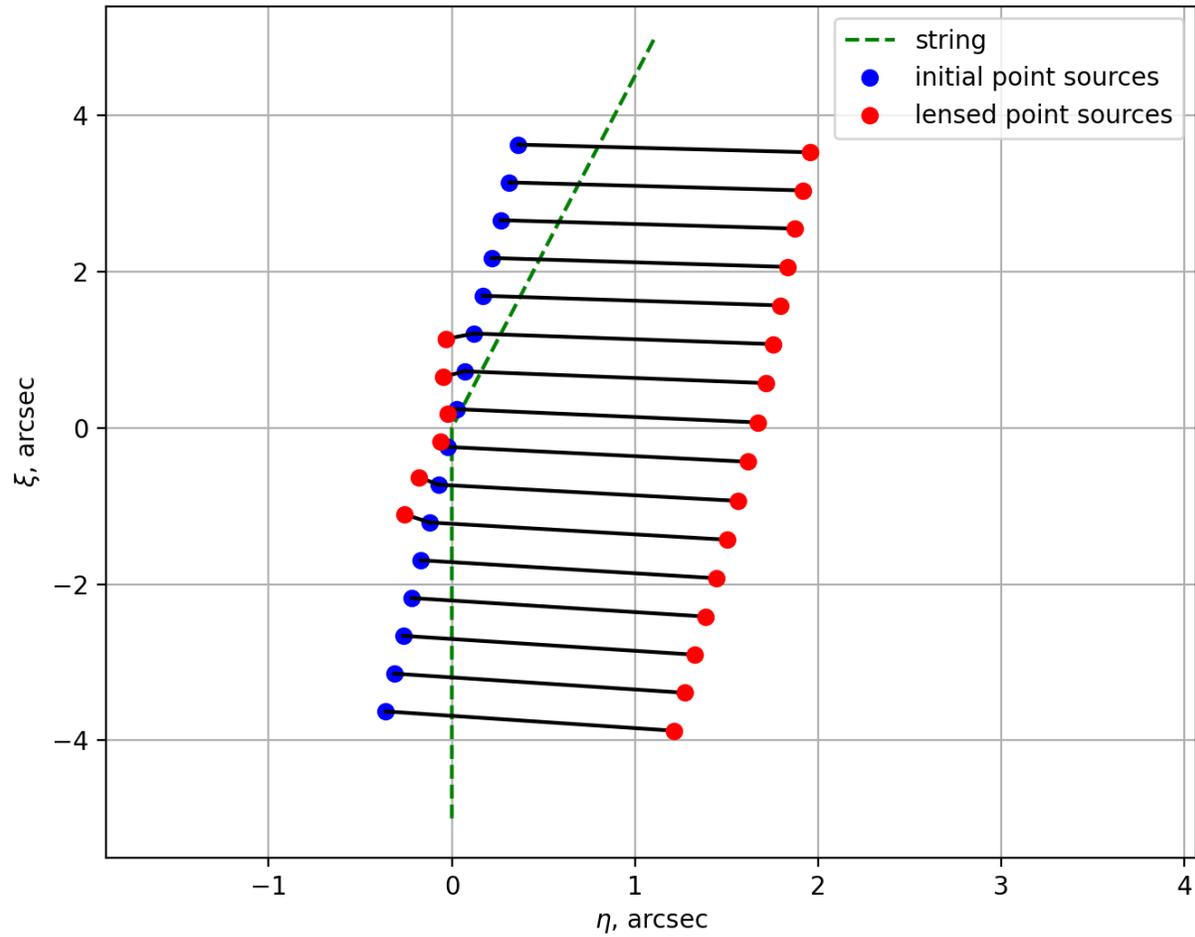
(2) Все полученные кандидаты в КС должны быть проверены оптическими методами, а именно, с помощью поиска характерных гравитационно-линзовых изображений.



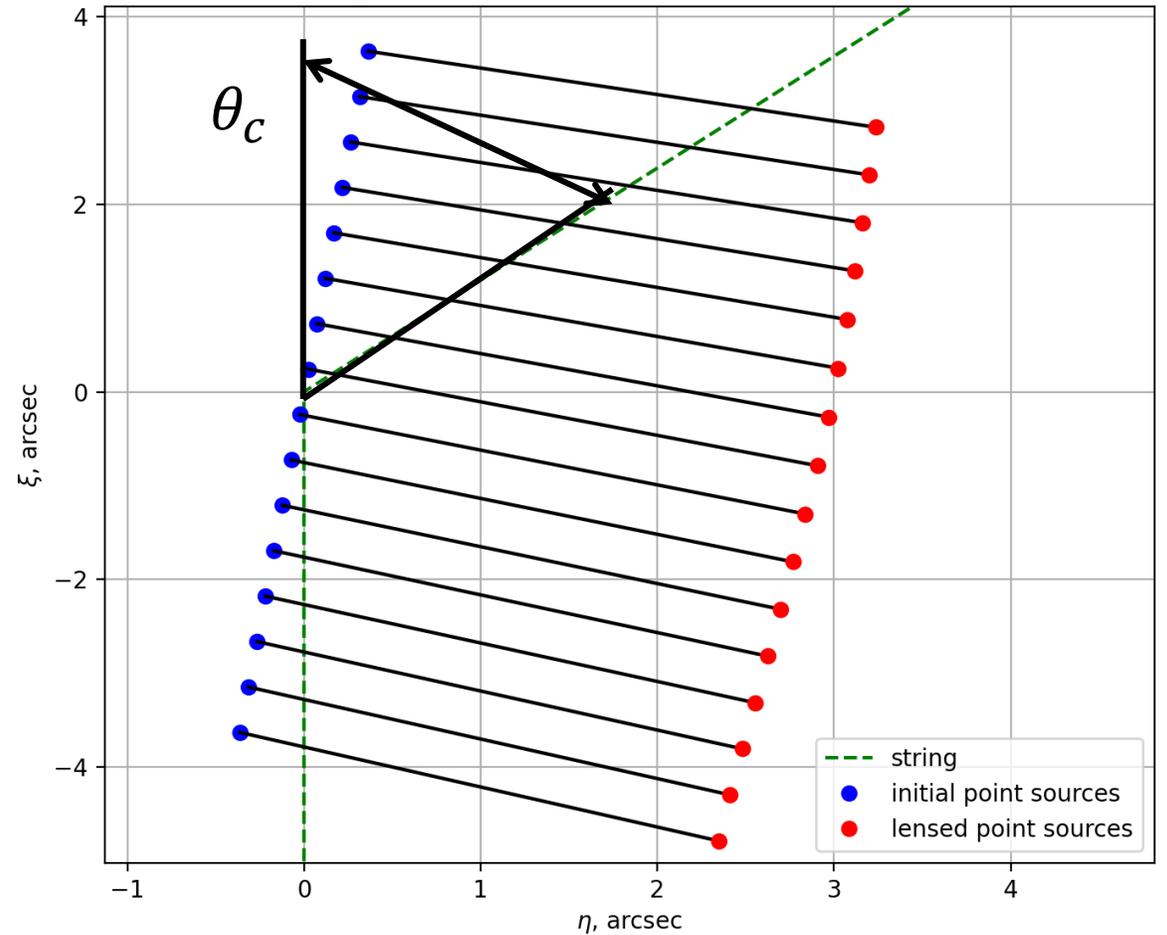
Стратегия поиска космических струн методами астрофизики

(3) При поиске гравитационно-линзовых изображений следует принимать во внимание, что они образуются не протяженными цепочками, а могут перемежаться областями, не содержащими таких событий, поскольку при определенных изгибах КС линзирования фоновых объектов не происходит. Учет **критического угла**.





Пример: $G\mu = 7.0 \cdot 10^{-7}$
 $R_s/R_g = 0.5, \theta_c \approx 13^\circ$.



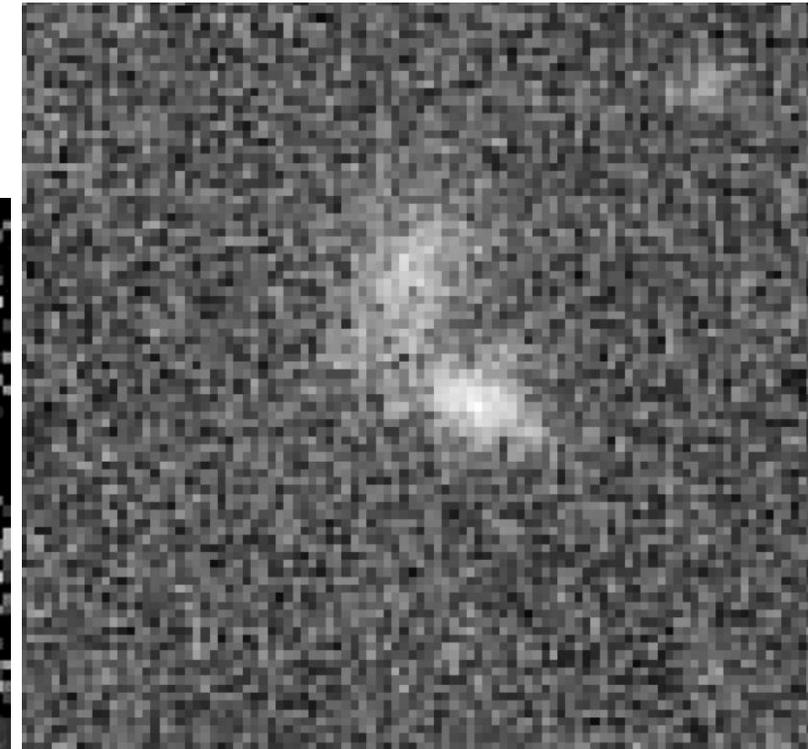
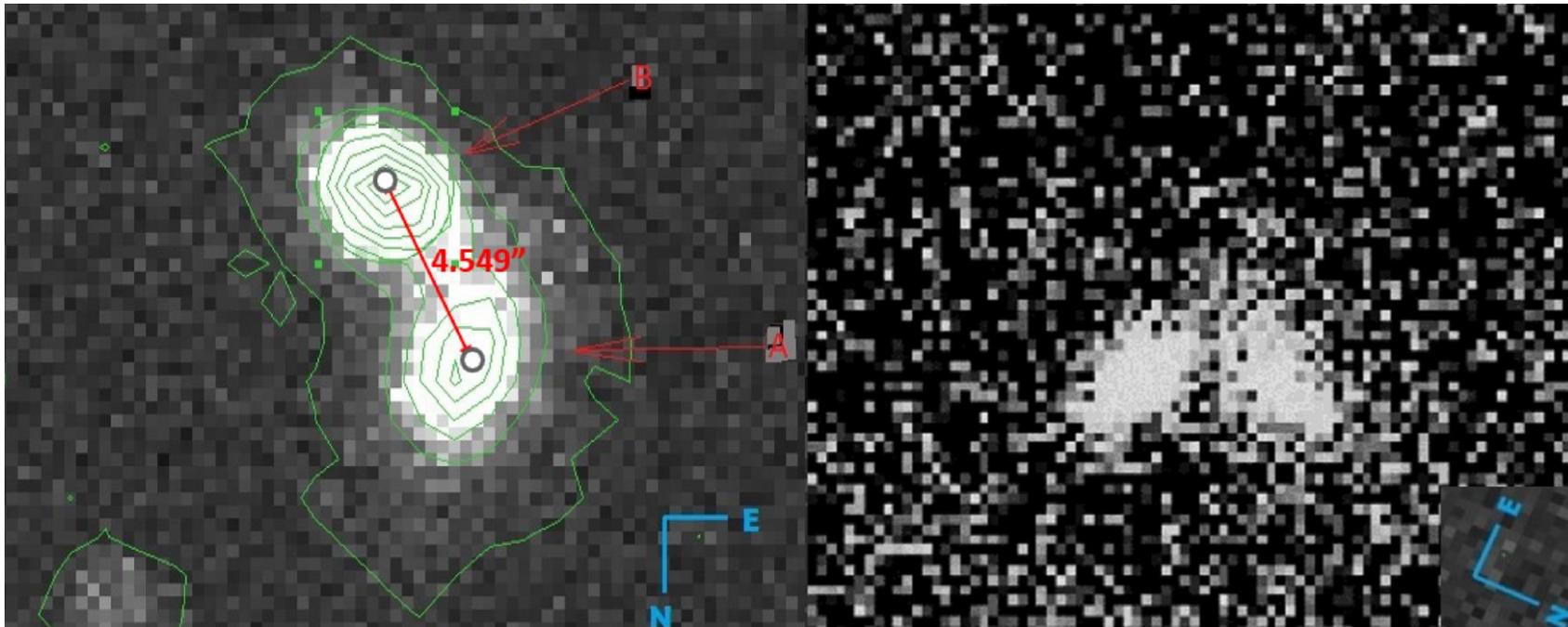
Образования двух изображений не происходит при $\theta > \theta_c$.

Object SDSS J110429 (7.03.2022)

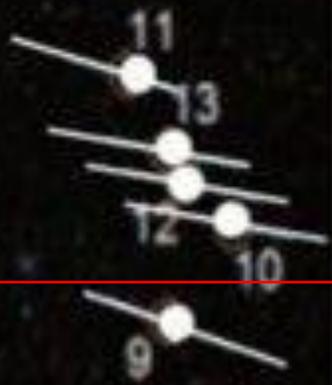
Himalayan Chandra Telescope of the Indian
Astronomical Observatory (IAO), located at 4500 m above sea
level; $D = 2,0$ m

0.296"/pix

MAST Pan-STARRS 1
0.25"/pix



SDSS



SDSSJ110429



11.79° ± 0.02°

Стратегия поиска космических струн методами астрофизики

(5) Все найденные гравитационно-линзовые изображения должны получить подтверждения своей гравитационной природы несколькими способами:

- (а) проверка статистической идентичности красных смещений компонентов пары;
- (б) проверка статистической идентичности спектров компонентов пары совместно с анализом фотометрической идентичности во всех доступных фильтрах;

в случае наличия наблюдательных данных с высоким угловым разрешением:

- (в) проверка отсутствия искажений в изображениях, характерных для линзирования на компактных объектах и их скоплениях;
- (г) поиск срезов внешних изофот яркости, характерных только для линзирования на КС.

(6) гравитационно-линзовые пары, порождаемые одной и той же КС, могут обладать разными угловыми расстояниями между компонентами, поскольку это расстояние зависит, в том числе, от расстояний «наблюдатель – КС – фоновая галактика».

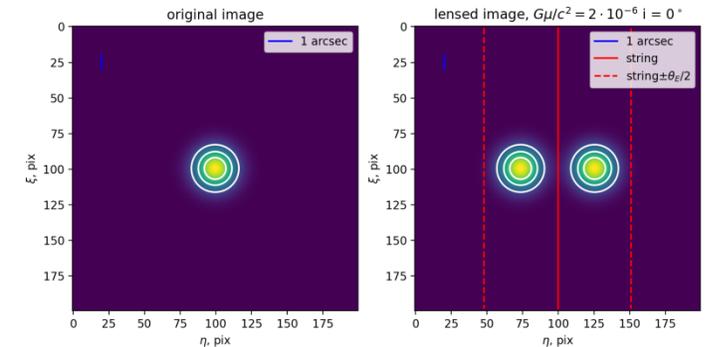
Стратегия поиска космических струн методами астрофизики

(7) КС с необходимостью должна обладать большим (чем традиционно рассматриваемые) набором свободных параметров, поскольку данная стратегия не содержит априорных предположений: (а) о топологической природе КС, (б) о наличии сетей КС, (в) об ограничениях на скорости КС.

Следует принять свободными параметрами натяжение КС, угол наклона КС, поскольку наблюдательные данные дают ограничения только на совокупности параметров струны:

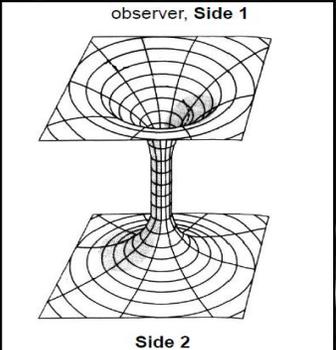
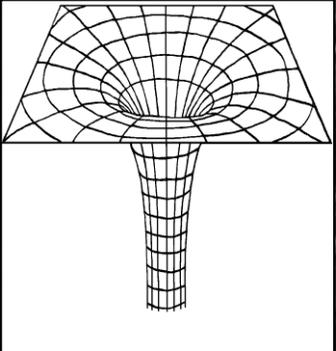
- угловое расстояние между компонентами гравитационно-линзовых пар определяется расстояниями «наблюдатель – КС – фоновая галактика» и натяжением КС,
- генерируемая КС анизотропия реликтового излучения есть функция скорости и натяжения (но не каждого параметра по отдельности).

$$\frac{\delta T}{T} \approx G\mu/c^2 \cdot \gamma \cdot \frac{v}{c}$$
$$\theta_E = \Delta\theta \left(1 - \frac{R_s}{R_g} \right)$$
$$\Delta\theta = 8G\mu/c^2$$



Стратегия поиска кротовых нор методами астрофизики

- Кротовые норы (КН) равноправно с ЧД предсказываются ОТО
- Геометрия реальных кротовых нор неизвестна
- Теоретические предсказания большого класса проходимых кротовых нор, в присутствии которых существует гравитационная связь объектов по обе стороны от горловины.

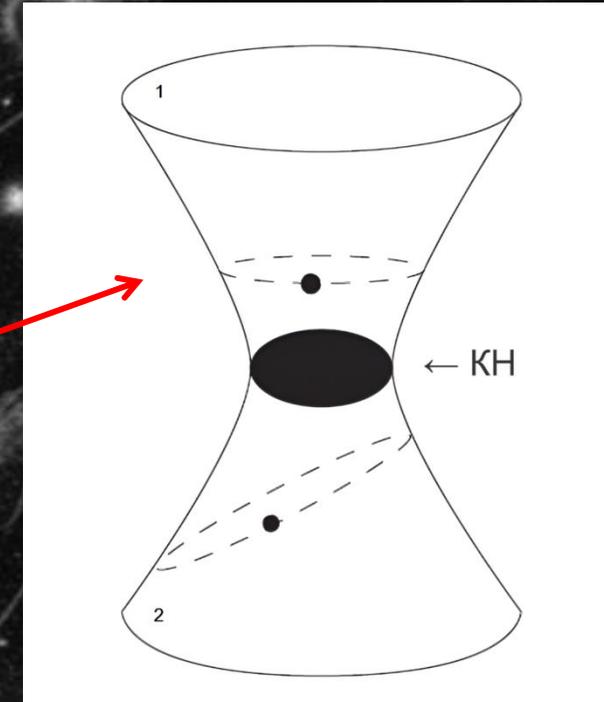


Основные наблюдательные методы поиска отличий КН и ЧД:

- изучение теней и аккреционных дисков кандидатов в КН;
- анализ структуры гравитационно-волнового сигнала от двойных систем, предположительно содержащих КН;
- поиск характерных гравитационных возмущений, имеющих место для большого класса моделей проходимых КН.

Наша «лаборатория»:

- 200 ЧД+ЧД, НЗ+НЗ, ЧД+НЗ;
- 300 Мпк гравитационно-волновых наблюдений в ближайшем будущем



Стратегия поиска кротовых нор методами астрофизики

(1) Систематическое построение каталога пар «ЧД звездной массы – звезда», «СМЧД – звезда». ЧД и СМЧД следует считать кандидатами в проходимые КН; звезды следует отбирать по принципу определяемых с наименьшими ошибками величин скорости и ускорения, а также не подверженных значительным аккреционным эффектам.

(2) Поиск в данных по скоростям отобранной совокупности звезд, вращающихся вокруг кандидатов в КН, характерной периодической компоненты скорости с целью обнаружения дополнительного ускорения, появляющегося за счет наличия движущегося объекта (звезды) по другую сторону КН по орбите, отличной от круговой.

(3) Расчет релятивистских красных смещений для отобранной совокупности звезд для искомого эффекта и его сравнение с соответствующим эффектом в отсутствие КН.

