

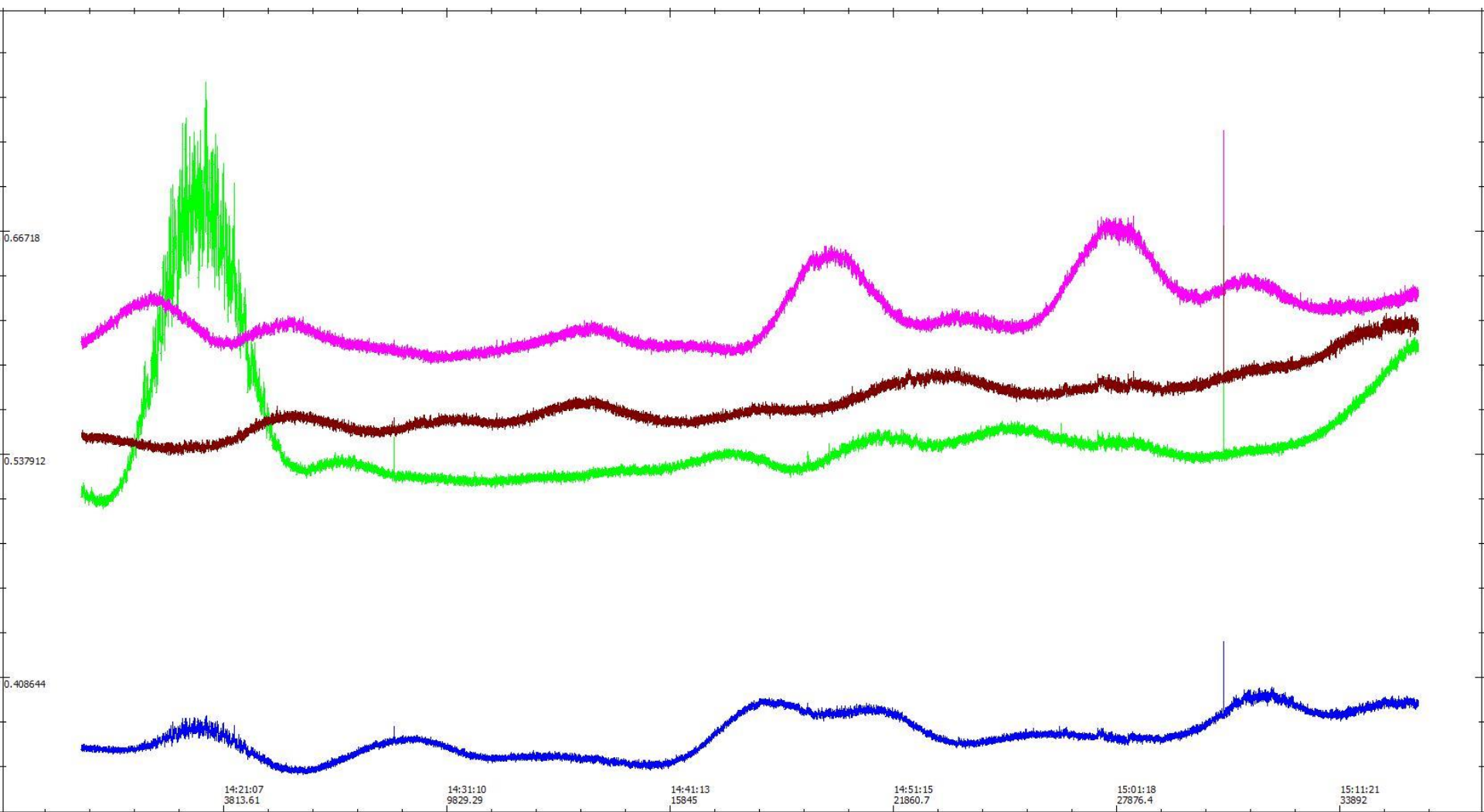
Свойства компактных радиоисточников по наблюдениям в метровом диапазоне волн

по диссертации на соискание степени д.ф.-м.н.

С.А. Тюльбашев

ПРАО АКЦ ФИАН

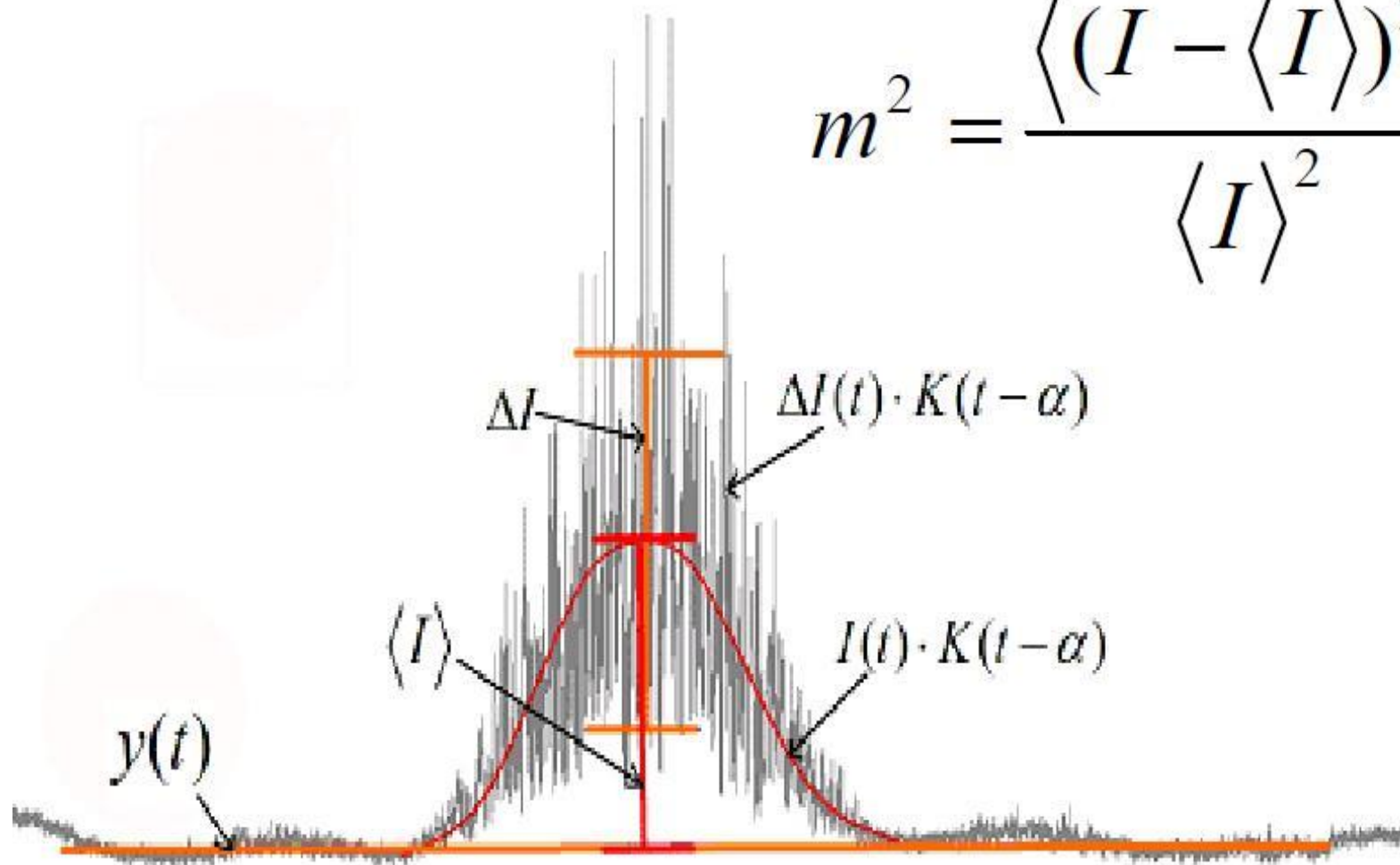
11 февраля 2014г



Глава 1

- 1) Поиск мерцающих радиоисточников
- 2) Оценка их параметров (координаты, флуктуации плотности потока, плотность потока)

$$m^2 = \frac{\langle (I - \langle I \rangle)^2 \rangle}{\langle I \rangle^2}$$

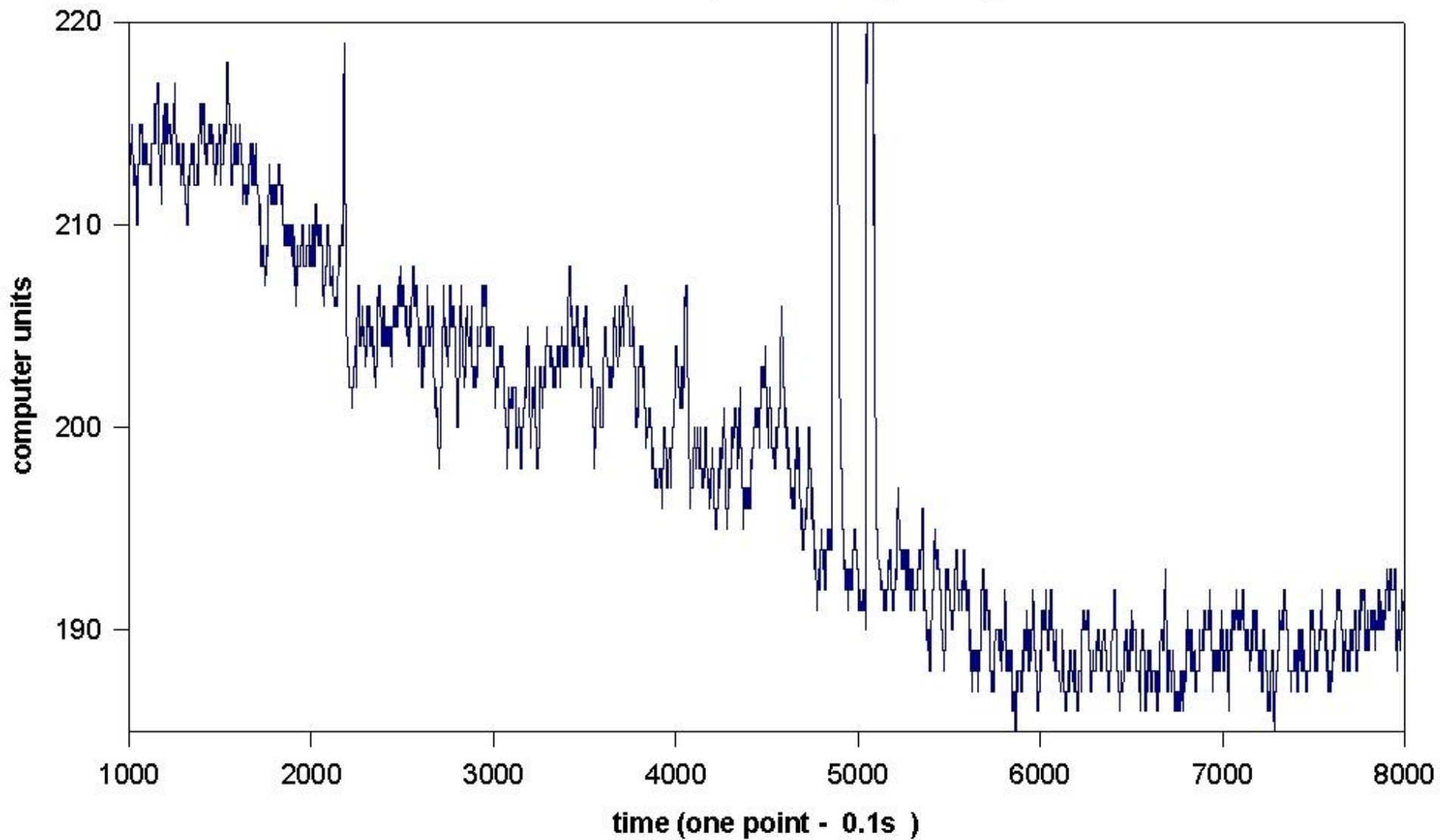


Выделение мерцающего источника

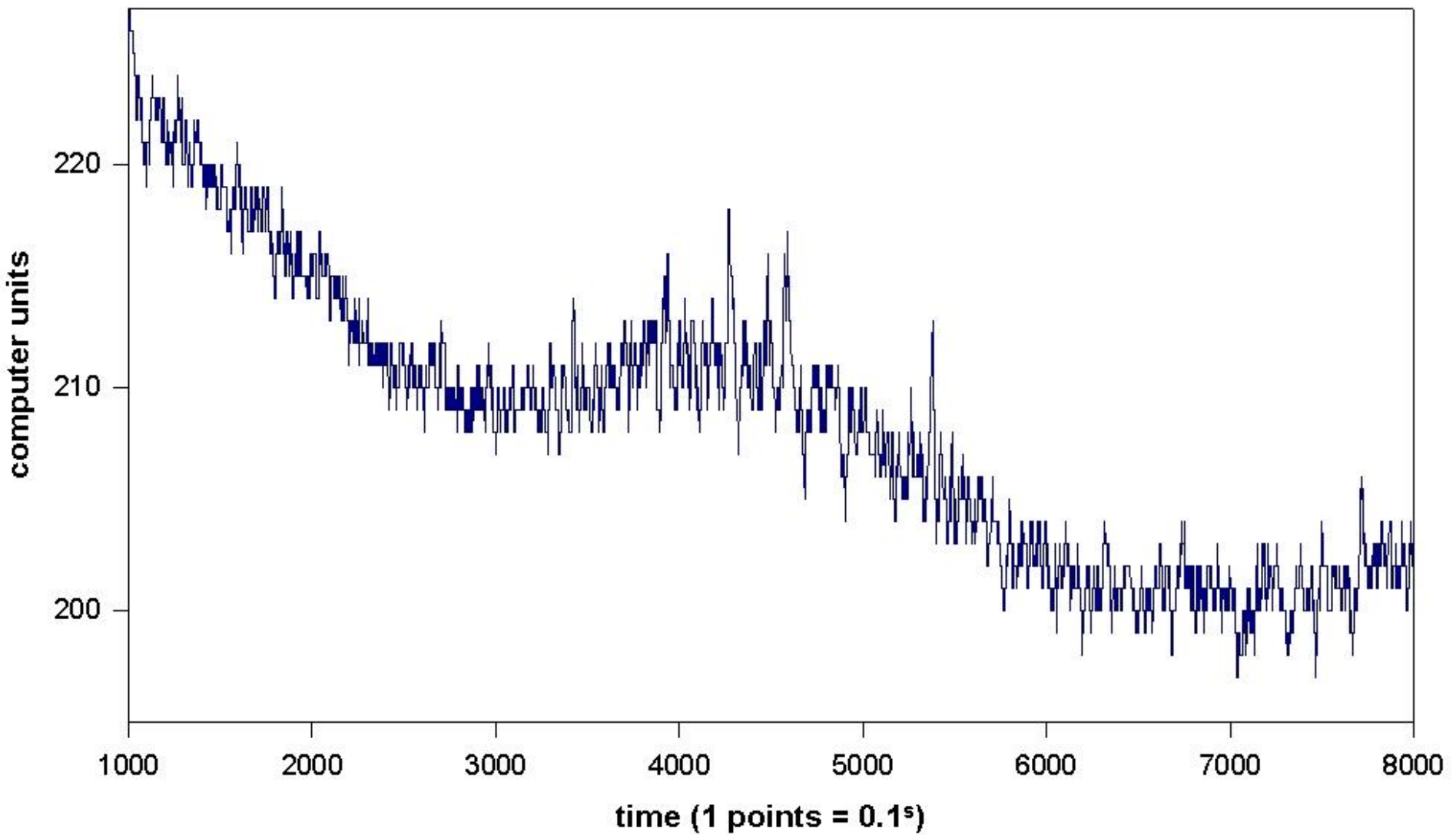
$$U(t) = O(t) + S_i^\delta(k)(t - \alpha) + \Delta S^\delta(t)k(t - \alpha) + n(t) + P(t)$$

Конечный сигнал = Фон + Источник на определенном склонении (прошедший через диаграмму) + Шум от мерцаний (прошедший через диаграмму) + Шумы от фона, антенны и прочее + Помехи

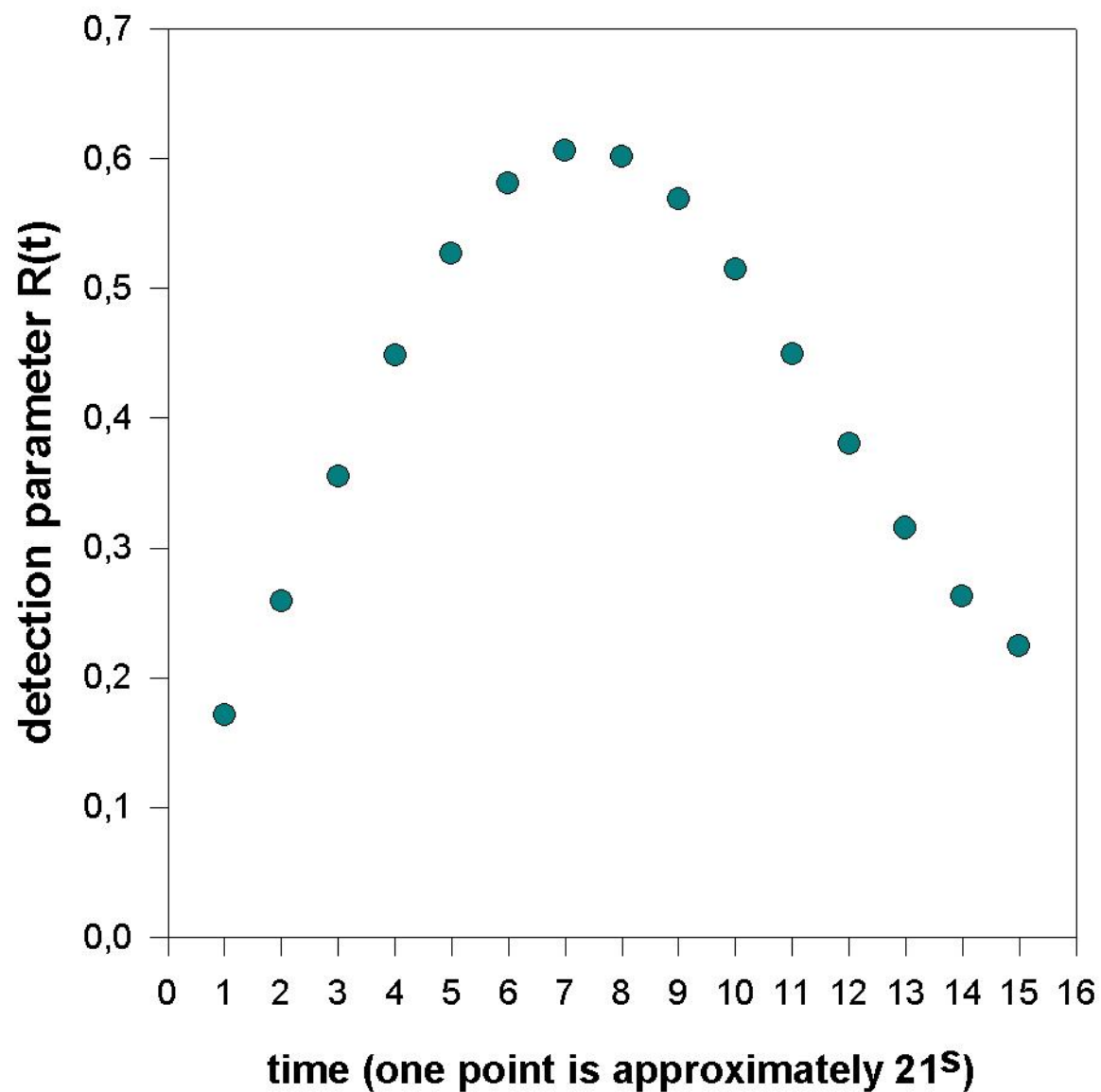
B2234+282 (4 February 2000)



2234+282 (5 February 2000)



B2234+282 ($R_0=0.11$; $S_{\text{noise}}=0.09\text{Jy}$; $\Delta S=0.11\text{Jy}$; $\text{SNR}=23$)



Глава 2. Выборки источников:

- Компактные источники с крутыми спектрами (CSS источники)
- Компактные источники с плоскими спектрами (FSS источники)
- Источники полной выборки Пирсона-Редхида
- Гигантские радиогалактики
- Источники со вспышкой звездообразования
- Core-dominated источники
- Источники с пиком спектра на гигагерцах (GPS источники)
- Компактные симметричные источники (CSO источники)

- Наблюдения на антенне БСА ФИАН
- Многократные повторы (для усреднения и из-за помех)
- Запись 10-15 сильных радиоисточников для калибровки наблюдений
- Всего в выборках было 338 источников
- Проводился поиск в литературе подробной информации для примерно 150 источников.

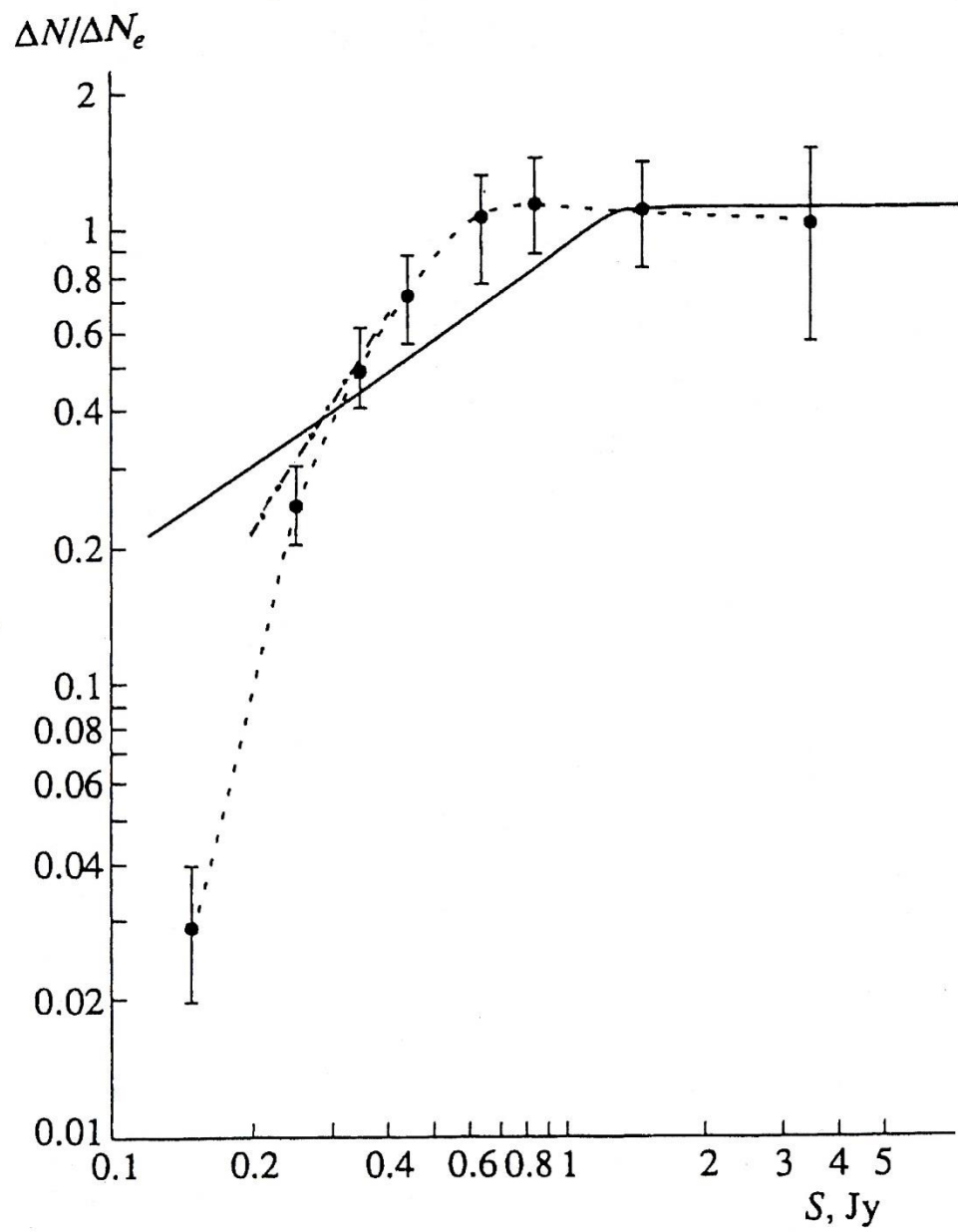
Получены сводные каталоги

Результат вынесен на защиту

Глава 3. Космологическая эволюция компактных радиоисточников

- Главная идея: на небе наблюдается примерно 90% источников не имеющих АЯГ и 10% имеющих АЯГ
- АЯГ живет примерно 100млн. лет
- Протяженные источники живут миллиарды лет

Можно ожидать, что космологическая эволюция компактных и протяженных радиоисточников окажется разной

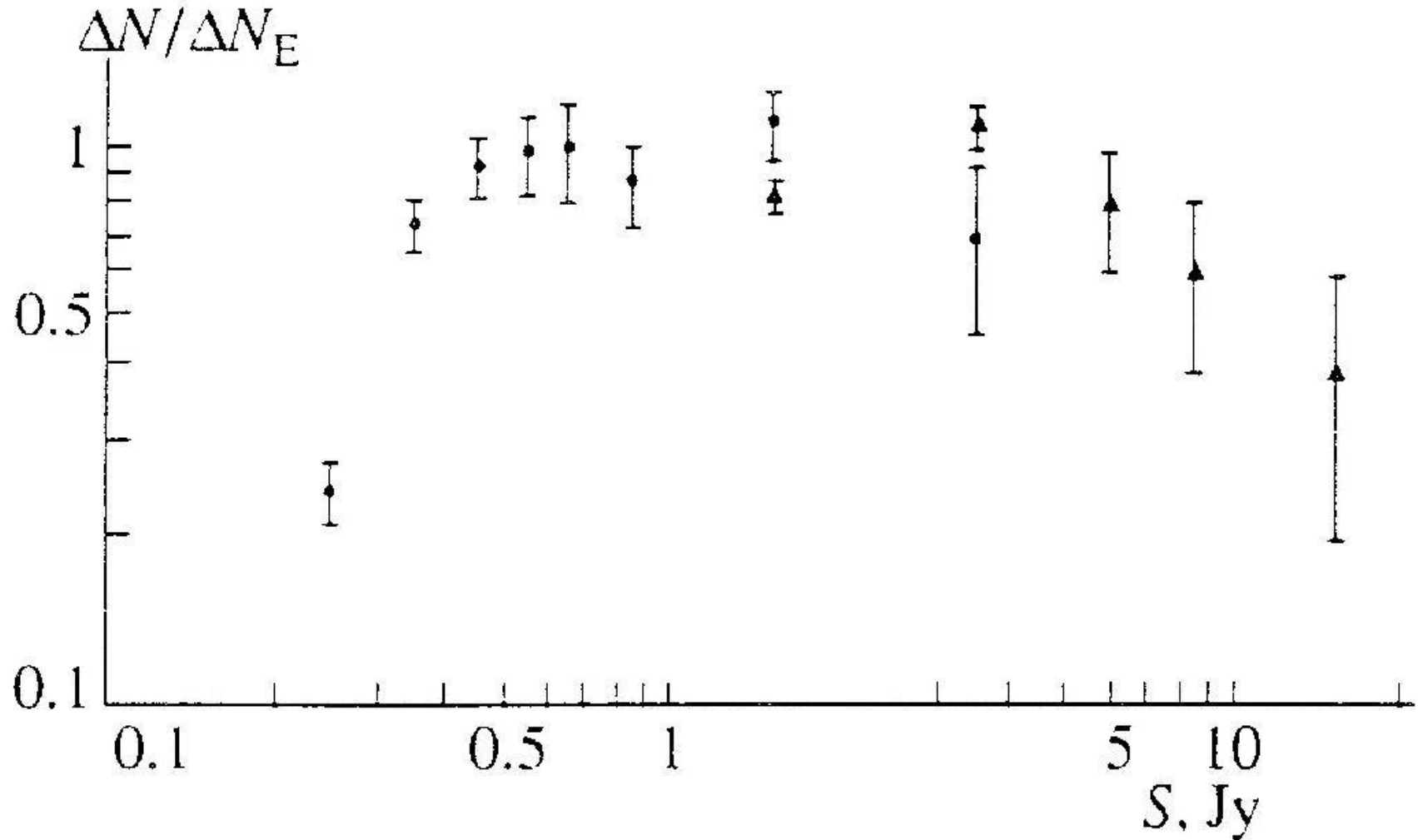


Возможные причины укрупнения LogN/LogS на малых плотностях потоков

- 1) Поглощение радиоизлучения
- 2) Рассеяние радиоизлучения
- 3) Погрешности измерений
- 4) Эффект путаницы
- 5) Эффект грав.линзирования
- 6) Геометрические эффекты

Ни один из эффектов не может объяснить крутого завала LogN/LogS на малых плотностях потоков

LogN/LogS для сильных компактных радиисточников



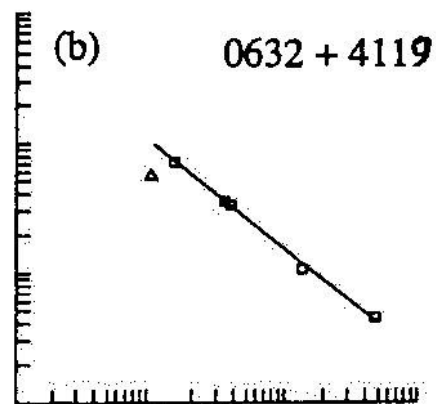
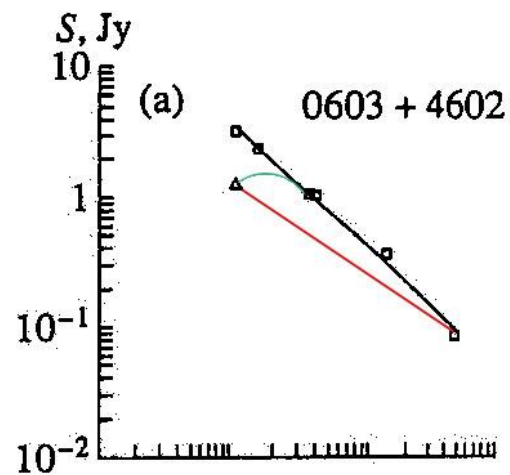
Природа мерцающих источников

Для ответа проведем анализ всевозможных выборок и выберем кандидатов на оптическое отождествление.

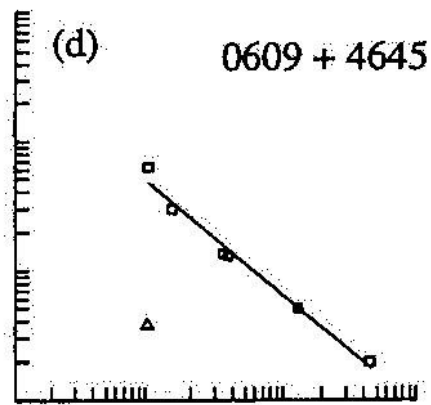
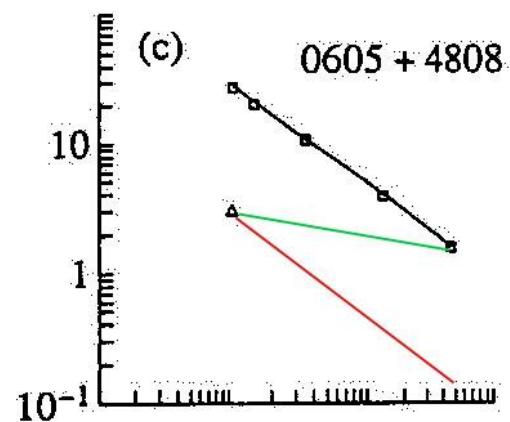
Проверены: слабоактивные и нормальные галактики, маркарянские галактики, аракелянские галактики, ИК галактики сверхвысокой светимости, гигантские радиогалактики, голубые радиогалактики, сейфертовские галактики, лацертиды, квазары

Оказалось, что компактности квазаров и
среднеквадратичные отклонения
компактности такие же как у источников из
обзора мерцающих источников

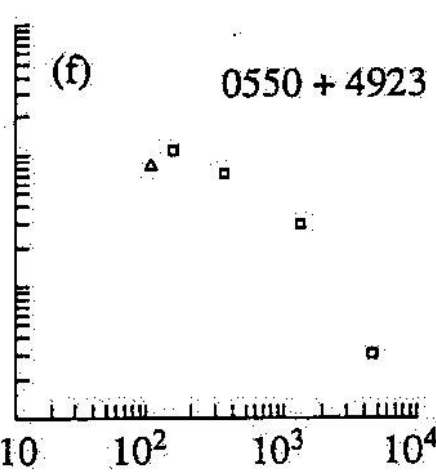
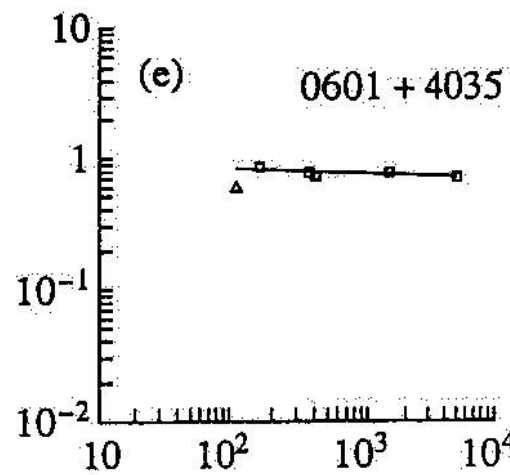
Результат вынесен на защиту



60%



32%



8%

ν , MHz

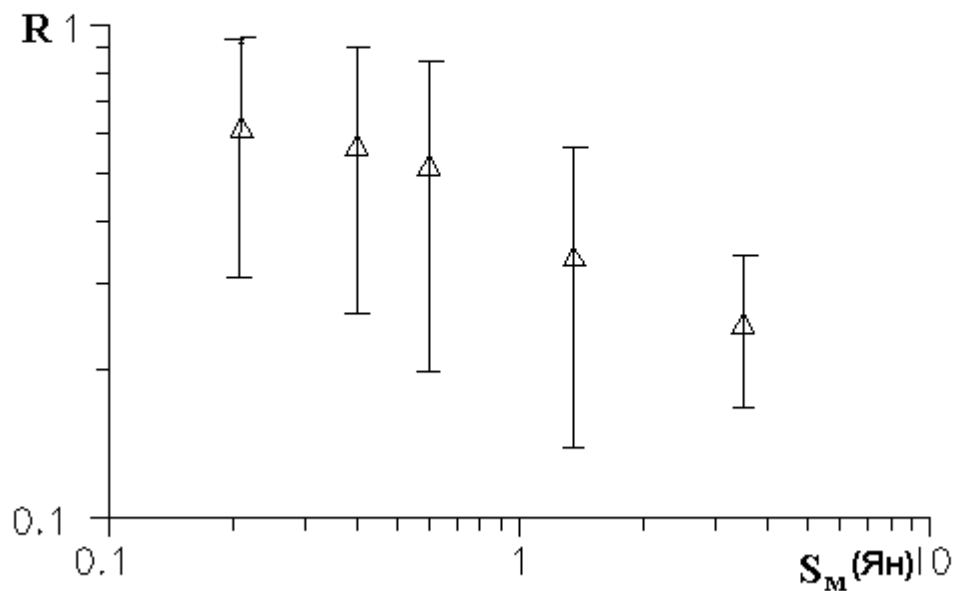
- Квазары с крутыми спектрами компактных (мерцающих) компонент наиболее вероятные кандидаты при оптическом отождествлении (*Tyul'bashev S.A., Astron.Rep., 1997, 41, 723*)

Результат вынесен на защиту

- Последующее оптическое отождествление удалось сделать для 46% мерцающих радиоисточников. Красное смещение удалось найти для 27% источников. Квазары - 60% и компактные ($<3''$) радиогалактики 40% источников.

(*Artyukh V.S. et al., A&A, 2003, 403, 555;*
Kopylov A.I. et al., A&A, 2004, 421, 455)

Рост компактности с уменьшением плотности потока



Результат вынесен на защиту

Таким образом, завал LogN/LogS на больших
плотностях потоков связан с отсутствием
квазаров вблизи нас, а крутой завал на малых
плотностях потоков связан с эпохой рождения
квазаров

Глава 4. Модели источников и извлечение физических параметров

- Тепловое поглощение излучения
- Синхротронное самопоглощение в модели синхротронного источника с однородным и неоднородным распределением магнитного поля и релятивистских частиц

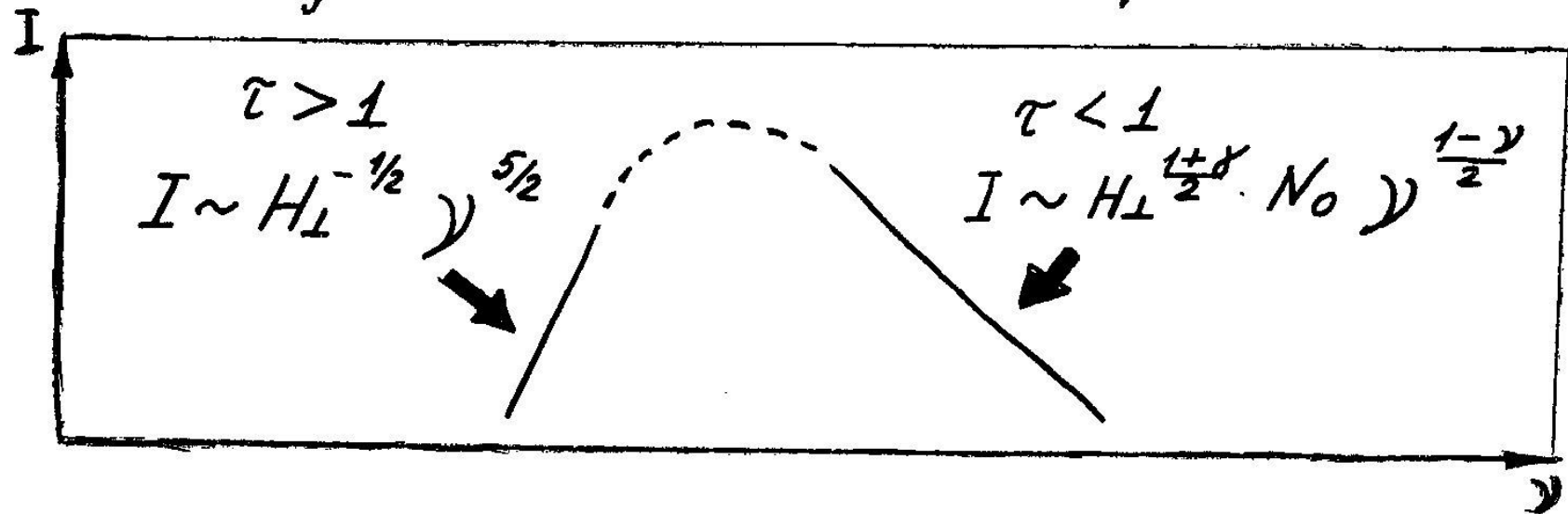
Вопросы касающиеся физики ядра

- Вопрос об «equipartition»
- Есть ли прямая связь между ЧД и далекими деталями в джете или в пятнах
- Существует ли связь между физ.условиями в ядре и размером наблюдаемого источника, или его расстоянием от ЧД, или красным смещением
- Отличаются ли физ.условия в квазарах, лацертидах, р/галактиках и т.д.

Оценки физических параметров:

Слыш 1963; Marscher 1983, 1987; Артюх 1988

Synchrotron self-absorption.



$$H_{\perp} = 2 \cdot 10^{-11} K(\gamma) \nu^5 \Omega^2 S^{-2} (1+z)^{-1}$$

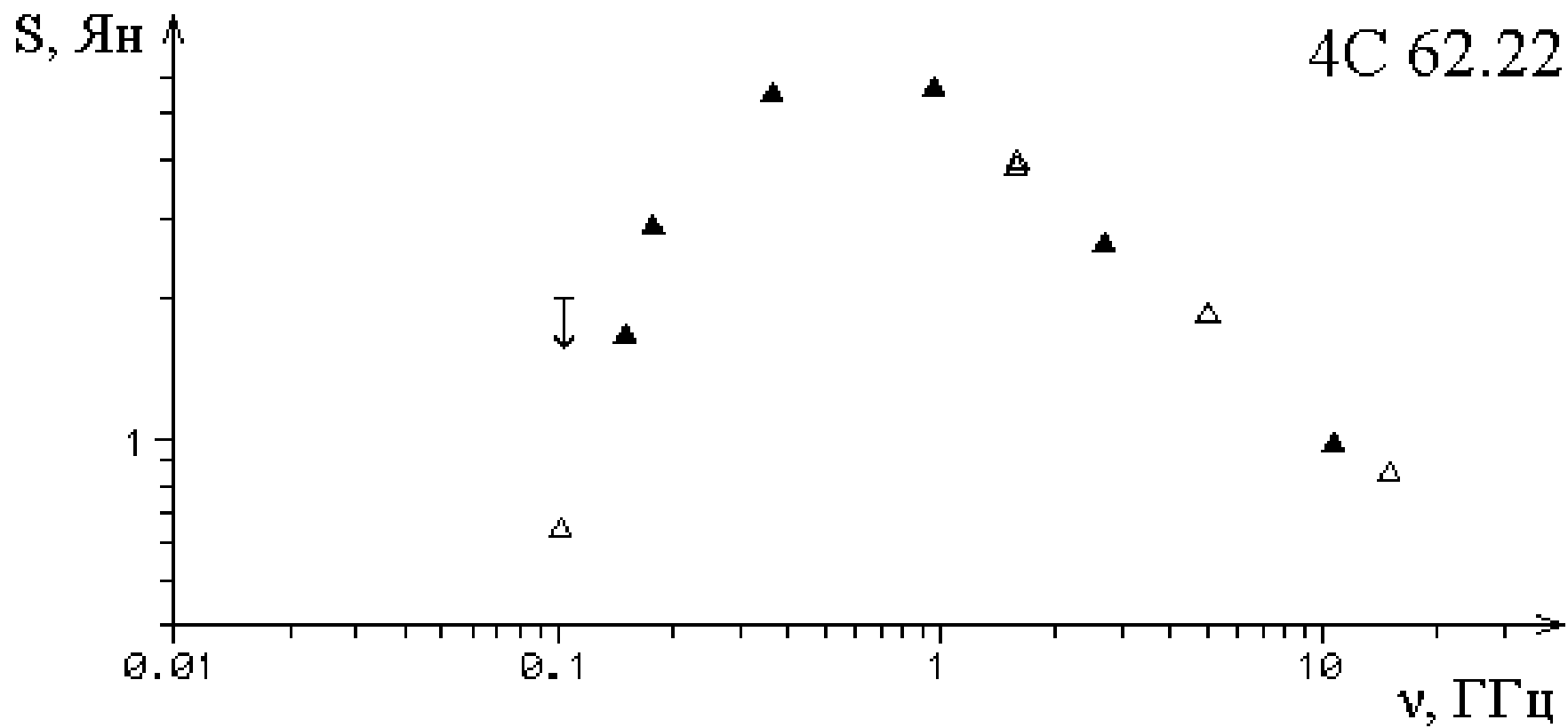
Поиск оценок угловых размеров и плотностей потоков компактных компонент по интерферометрическим наблюдениям исследуемого источника.

Анализ данных. Построение спектра.

- Литературные данные (от 30 до 2300 ссылок на источник); Примерно 10% «нужных» ссылок.
- Какие угловые размеры деталей и на какой частоте?
- Плотность потока от каждой детали, построение спектра
- Вопрос переменности детали (нужно ли искать одновременные или квазисовременные наблюдения)
- Наблюдаются ли сверхсветовые разлеты (вопрос о доплеровском уярчении)
- Есть ли «главная» деталь в источнике (привязка к IPS)

Таблица 3. Наблюдения источника В0202+149 с высоким угловым разрешением.

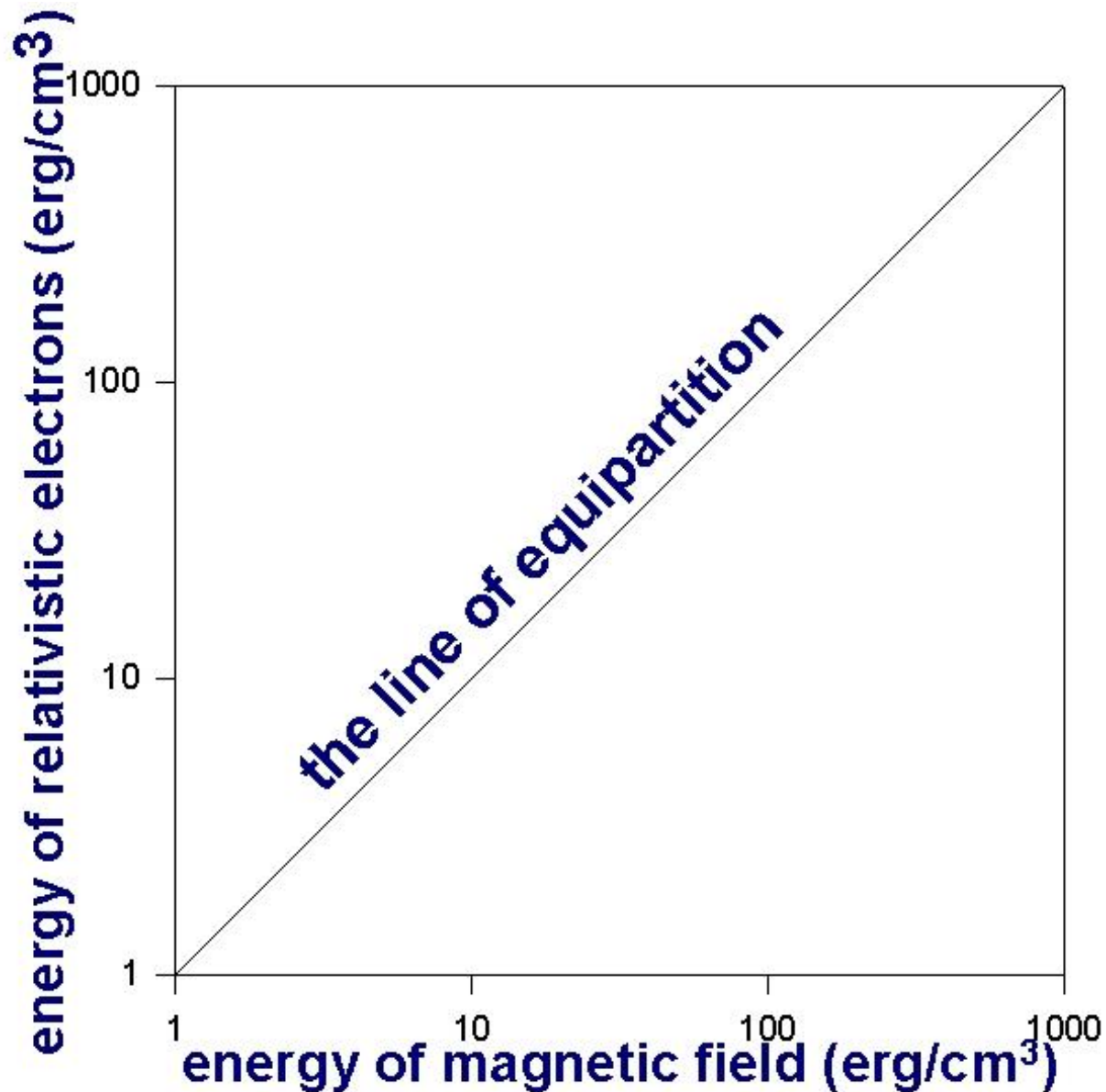
ν (ГГц)	что наблюдали, метод наблюдений	дата(год)	ссылка
15	ядро; РСДБ	95,96,99,01,02	[38]
15	ядро и джет, РСДБ	02	[48]
8.1;15	пиковые значения на карте; РСДБ	01	[49]
43	ядро и джет; РСДБ	97	[50]
22	пиковые значения на карте; РСДБ	92,93,96	[51]
4.8;8;14.5;22;37	кривые блеска; континуум	85-99	[52]
8.2	ядро и джет; РСДБ	95,96	[52]
43	ядро и джет; РСДБ	95-97	[52]
5	ядро и джет; РСДБ	96	[54]
2.32;8.55	ядро и джет; РСДБ	97	[55]
86	поток в карте; РСДБ	95-96	[53]
2;8;	ядро и джет; РСДБ	89,91,93-96	[56]
22	компактная деталь; интерферометр	93	[57]
1.67	ядро и джет; РСДБ	80,81,87	[58]
0.102	компактная деталь; IPS	84-86	[60]
2.3;8.4	компактная деталь; интерферометр	81-84	[59]
0.327	компактная деталь; IPS	81-82	[61]
5	компактная деталь; интерферометр	78-79	[62]

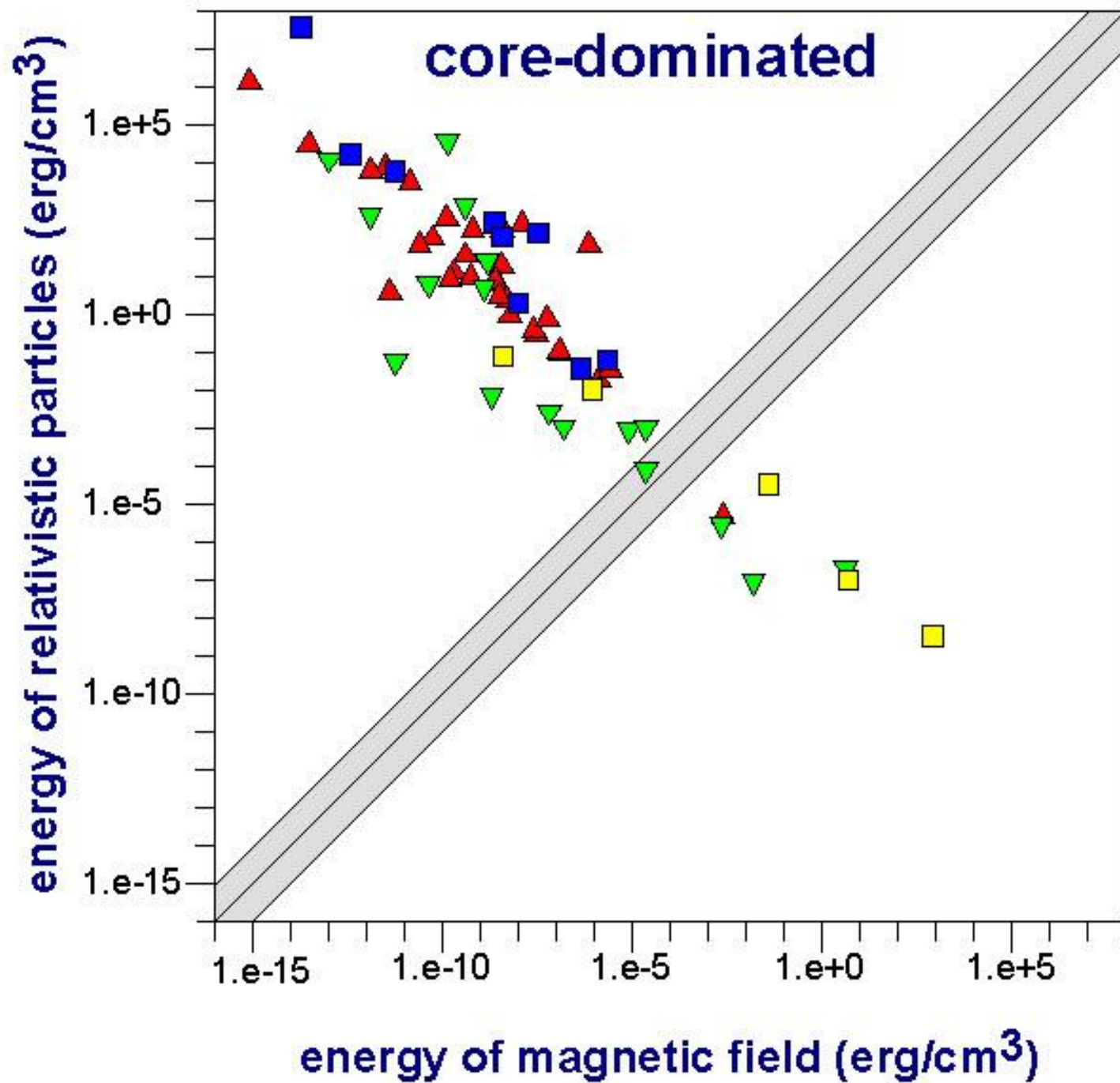


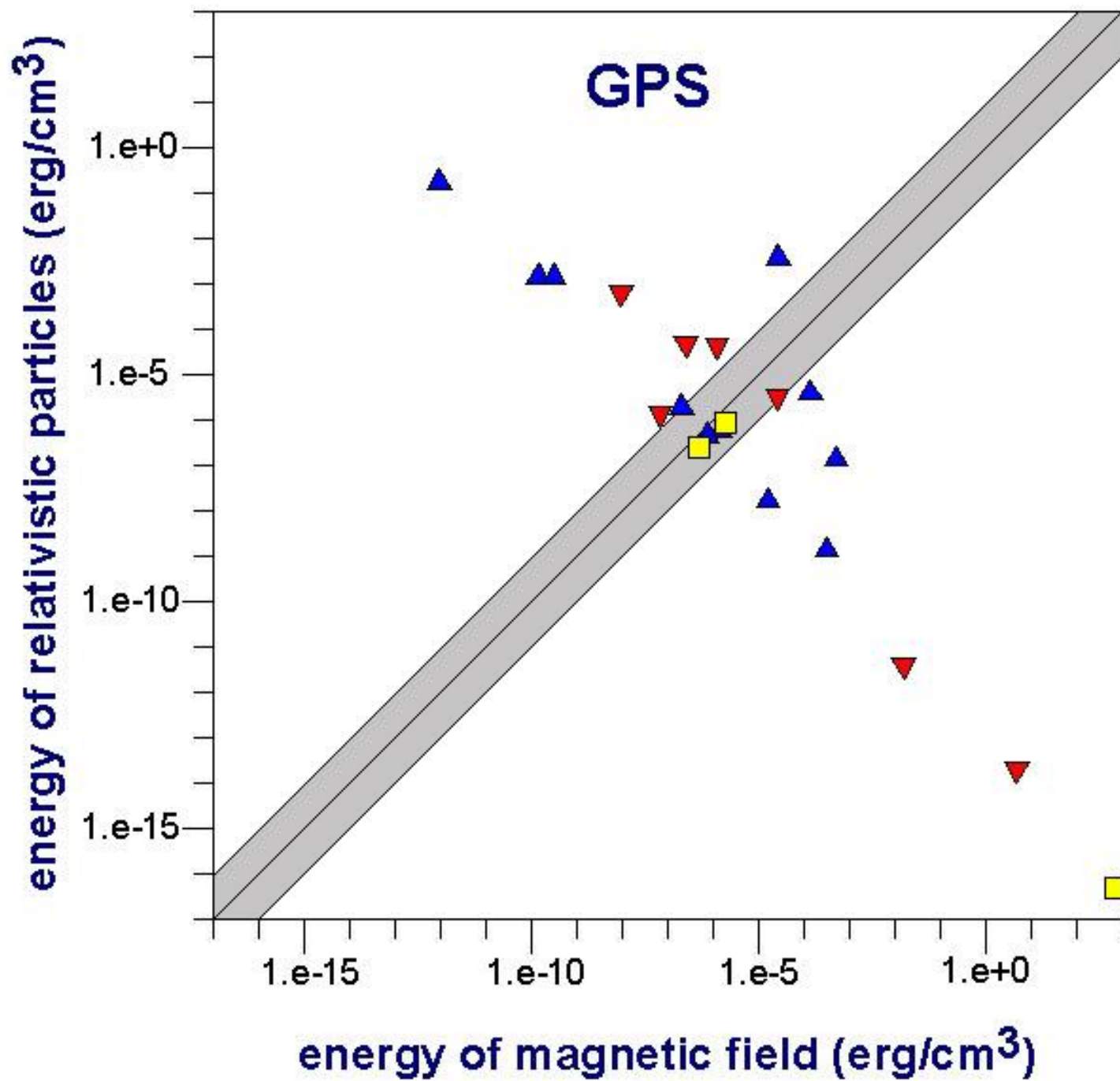
Полученные результаты

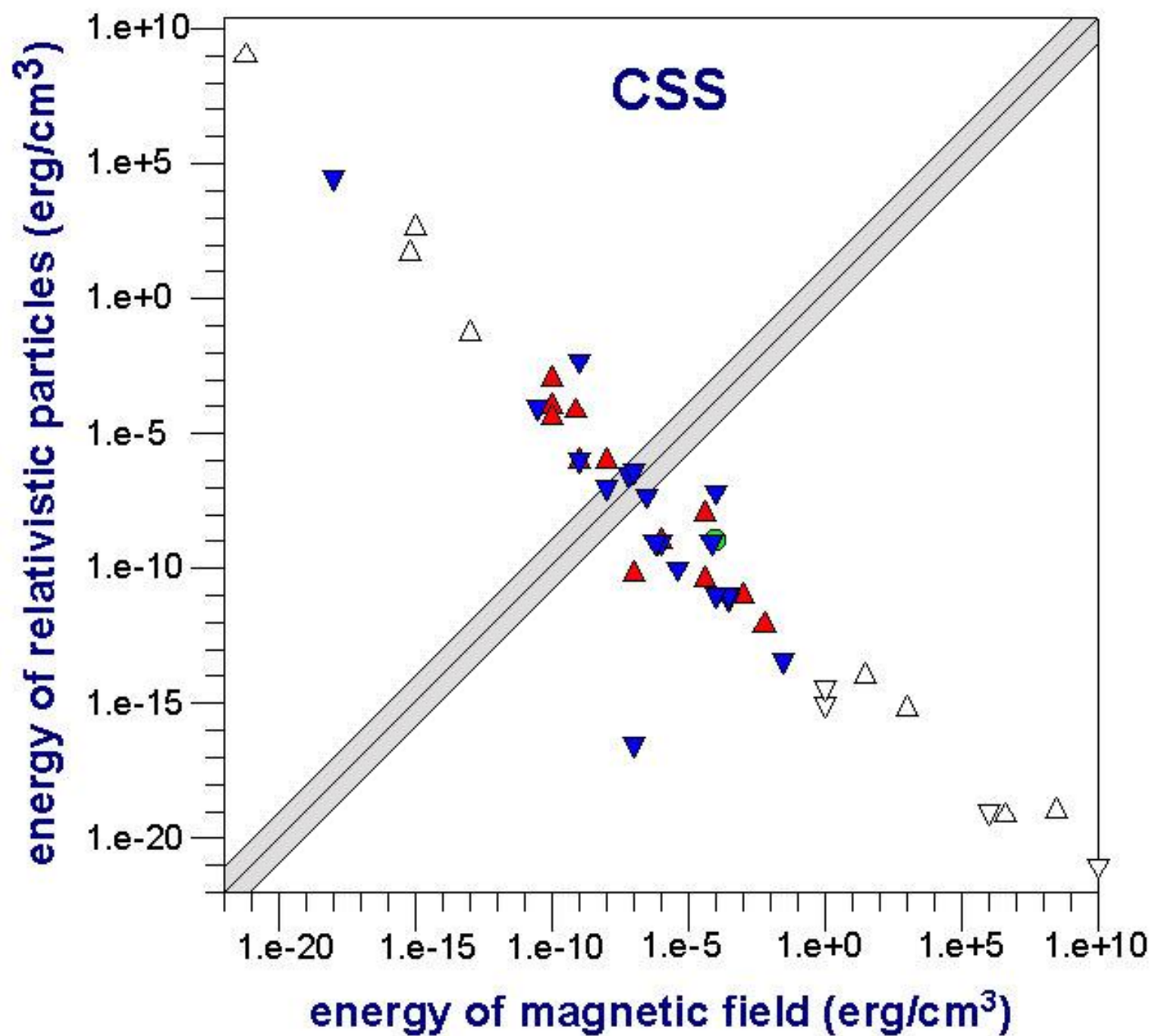
- Равнораспределения энергий нет у подавляющей части исследованных компактных деталей
- Магнитное поле в квазарах меньше, чем в радиогалактиках (на порядок величины)
- Энергия магнитного поля в радиогалактиках обычно больше, чем энергия рел. частиц. У квазаров соотношение энергий различное (в том числе и равнораспределение)
- При расширении компактных деталей магнитное поле уменьшается
- Величина магнитного поля растет к ЧД по дипольному закону

Equipartition









Ошибки или реальная зависимость?

- Погрешности в угловых размерах (реальные угловые размеры в 50-100 раз больше) ;
- Тепловое поглощение ($\sim 10^4$ частиц в см^3);
- Несферическая форма источника, неоднородное распределение маг.поля;
- Неправильное определение δ (вполне могут быть отличия в 10 раз, но этого не хватает для объяснения видимой зависимости + CSS имеют ту же зависимость, а у них большие размеры);

Таким образом в разных выборках:

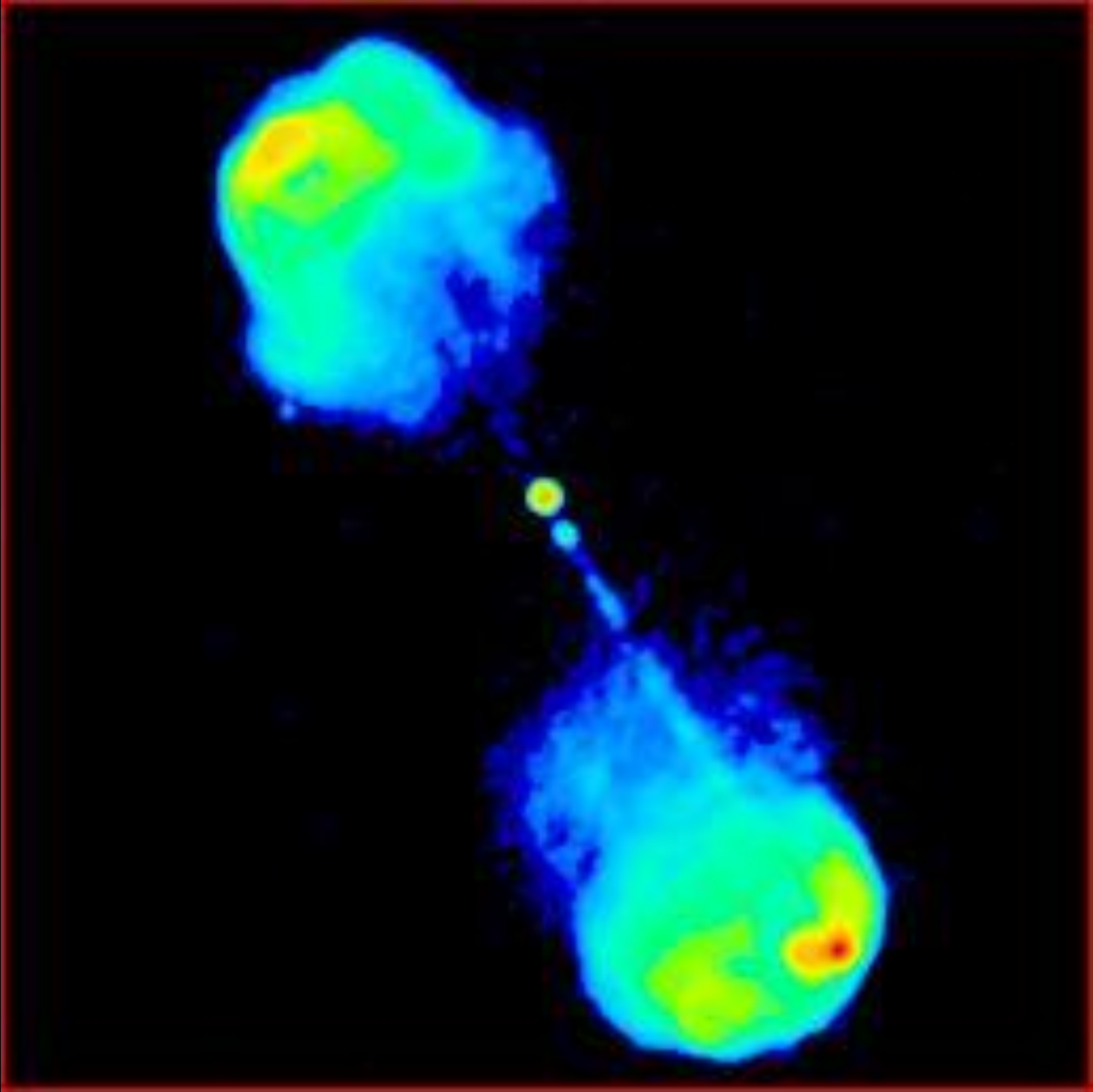
- Размеры компонент меняются от 0.1мсек до 500мсек
- Частота максимума спектра от 43ГГц до 100МГц
- Поток в максимуме спектра от сотни мЯн до десятков Ян
- Но зависимость остается одной и той же

Полагаем, что работоспособность
модели на основе однородного
синхротронного источника
ограничена

Результат вынесен на защиту

Оценка красных смещений

- Была разработана специальная методика по которой используя наблюдения в радиоконтинууме можно оценить красные смещения определенной выборки радиоисточников



$$P_{internal} = P_{external}$$

$$\frac{6}{\pi} \frac{U_{full}}{d(z)^3} = \frac{3}{2} n(z) k T(z)$$

$$\frac{U_{full}^*}{\theta_{visible}^3} = f(z)$$

Таблица 4.5: Оценка $\theta_{visible}$ в зависимости от красного смещения источника и параметра q_0 если $l_{real} = 60$ кпк.

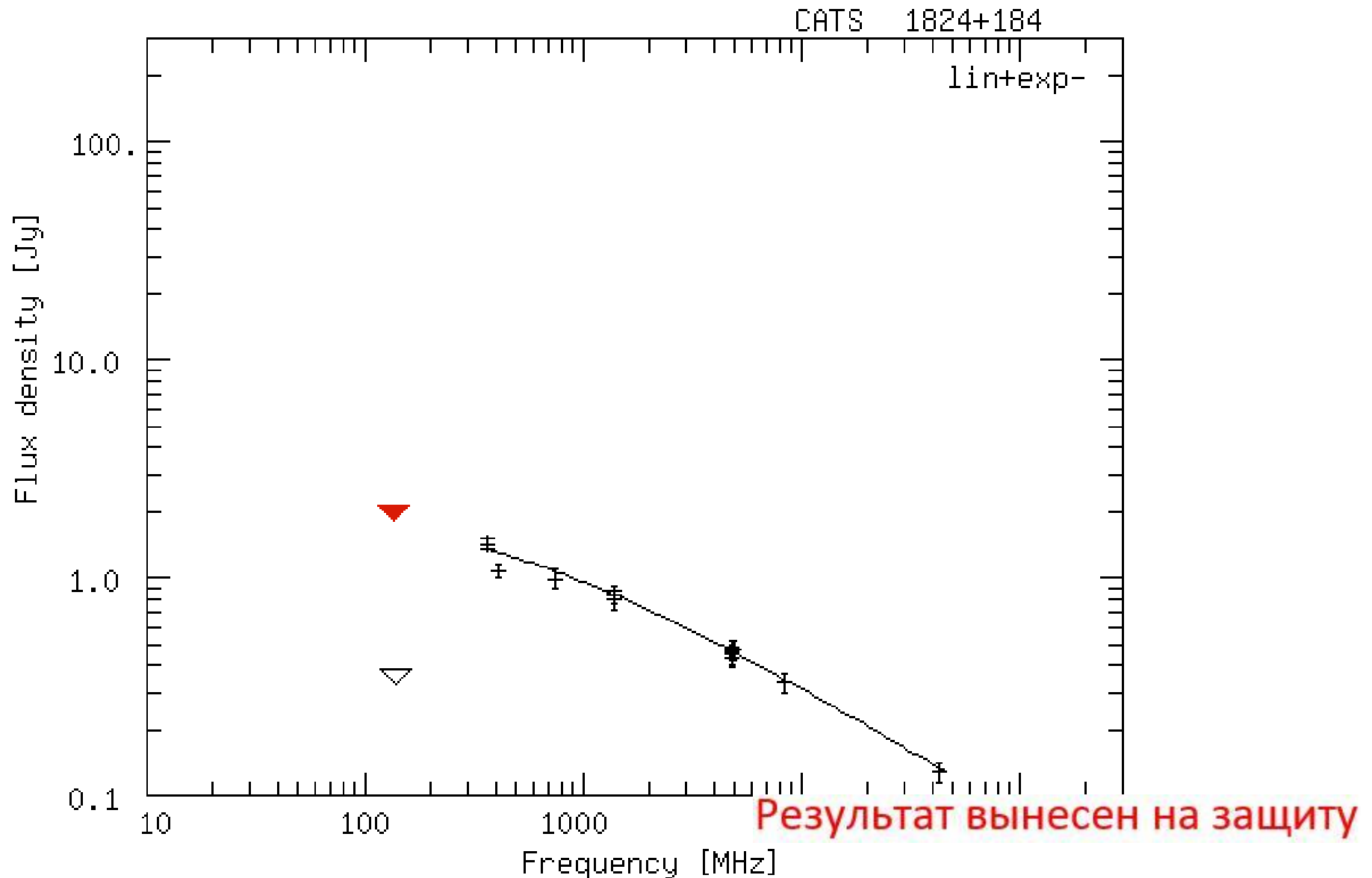
z	0.1	0.3	0.5	1	2	3	5	10
$q_0 = 1/2$	36	17	14	12	14	16	22	36
$q_0 = 1$	36	16	13	10	11	13	14	24

Результат вынесен на защиту

Глава 5. Гало радиоисточников

- Исследованы гало источников полных выборок, GPS и CSO источников.

Гало у CSO (до 80% источников имеет гало)



Апробация работ: 22 конференции,
ежегодные сессии АКЦ ФИАН
семинары ПРАО АКЦ ФИАН
семинары АКЦ ФИАН

Публикации к диссертации:
38 статей в рецензируемых журналах
+ 1 препринт

Личный вклад:

10 статей -- без соавторов;

В результатах, выносимых на защиту,
основной вклад

На защиту выносятся

- Результаты по исследованию космологической эволюции мерцающих источников
- Исследования свойств компактных источников
- Проверка работоспособности метода оценки физических параметров на основе модели синхротронного источника
- Способ оценки расстояний до внегалактических радиоисточников по их наблюдениям в континууме

Спасибо за внимание

Полная энергия в кубическом сантиметре падает с расстояние от ядра. Эффект селекции скомпенсирован. Разброс точек от средней линии характеризует точность методики + индивидуальные физические условия.

Произведение энергий против расстояния от ядра

