

Влияние гравитационного поля Галактики на точность определения координат внегалактических источников

1. Авторы:

Ларченкова Т.И. (АКЦ ФИАН), *Лутовинов А.А.* (ИКИ РАН), *Лыскова Н.С.* (ИКИ РАН)

2. Название:

Influence of the Galactic gravitational field on the positional accuracy of extragalactic sources.

Перевод: Влияние гравитационного поля Галактики на точность определения координат внегалактических источников.

3. Ссылка на публикацию:

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/835/1/51>

Larchenkova T.I., Lutovinov A.A., Lyskova N.S., 2017, ApJ, 835, 51

4. Общая формулировка научной проблемы и её актуальность:

Современные технологии уже в ближайшем будущем позволят проводить высокоточные радиоинтерферометрические наблюдения с угловым разрешением до 1 микросекунды дуги и оптические наблюдения с точностью 10 микросекунд в год. Достижение такой точности инструментов потребует учёта эффектов общей теории относительности, возникающих при распространении электромагнитных сигналов в переменных гравитационных полях. В частности, распространение сигнала от внегалактического источника в случайно флуктуирующем во времени галактическом гравитационном поле будет приводить к тому, что при использовании регистрирующей аппаратуры нового поколения с высоким угловым разрешением, будет наблюдаться так называемое «блуждание» координат этого источника. При этом координаты, измеренные в разные моменты времени, окажутся внутри некоторой «области (кружка) блуждания», радиус которой зависит как от продолжительности интервала между измерениями, так и от положения источника на небесной сфере.

Важно отметить, что опорные источники международной небесной системы координат ICRF, относительно которых измеряются положения небесных объектов, также подвержены эффекту «блуждания» координат. Это делает невозможным бесконечное улучшение точности реализации опорной системы координат, так как появляется физическое ограничение, непреодолимое просто путем улучшения точности регистрирующей аппаратуры. Фактически возникает «гравитационный» шум, не позволяющий повысить точность реализации системы координат выше определенного уровня.

Таким образом, актуальность поставленной задачи оказывается чрезвычайно высокой ввиду ее непосредственной применимости в решении практических задач.

5. Используемый подход, его новизна и оригинальность

В работе впервые количественно исследован эффект влияния локальных флуктуаций гравитационного поля Галактики на точность астрометрических наблюдений внегалактических источников, в том числе на точность определения координат опорных источников международной небесной системы отсчета (ICRF). Используются методы статистического анализа случайных функций, которые позволили получить первые и вторые моменты исследуемого стохастического процесса, а также его спектральную

плотность мощности. Впервые для решения поставленной задачи использованы современные, наиболее реалистичные многокомпонентные модели распределения вещества в Галактике и современные функции распределения масс звезд и компактных объектов для каждой галактической компоненты.

6. Полученные результаты и их значимость

В работе впервые построены карты распределения по небесной сфере характерной величины углового «дрожания» координат внегалактических источников (определен характерный радиус «кружка блуждания» координат) для современных моделей Галактики. Вычисленная нами по всей небесной сфере автокорреляционная функция исследуемого случайного процесса позволила также построить соответствующие карты радиуса «кружка блуждания» для интервалов между наблюдениями, равных трем месяцам, одному году и десяти лет, которые могут быть непосредственно использованы при планировании астрометрических наблюдений. Показано, что наиболее сильно исследуемый эффект проявляется для источников, расположенных в направлении центральных областей Галактики и галактической плоскости, где отклонение может достигать нескольких десятков микросекунд дуги. На высоких галактических широтах оно составляет примерно 3 микросекунды дуги за время наблюдений 10 лет.

Кроме того, в работе вычислена спектральная плотность мощности исследуемого шума, спектральный индекс которой оказался равен -2 . Знание величины спектрального индекса позволит отличить в наблюдениях данный вид шума от шумов, обусловленных другими физическими процессами.

Также оценена степень влияния рассматриваемого явления на точность измерения положений (координат) наблюдаемых объектов, в том числе опорных источников международной небесной системы отсчета ICRF. При этом показано, что хотя амплитуда "блужданий" координат одного опорного источника может достигать нескольких десятков микросекунд секунд дуги, использование большой выборки опорных источников позволяет значительно уменьшить ошибку в относительной (дифференциальной) астрометрии.

Полученные результаты могут быть использованы для оценки физического предела на зависящую от времени точность астрометрических измерений, что является важным фактором при проектировании и создании новых инструментов.