

ВЛИЯНИЕ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЯЗИ ОПТИЧЕСКОЙ И РАДИО СИСТЕМ ОТСЧЕТА

Малкин З.М.^{1,2}
¹ГАО РАН, ²СПбГУ

Через несколько лет ожидается появление высокоточной оптической системы отсчета GCRF (Gaia Celestial Reference Frame). К этому же времени ожидается выход новой версии радио системы ICRF (International Celestial Reference Frame). Привязка GCRF к ICRS будет производиться путем определения их взаимной ориентации по внегалактическим радиоисточникам, наблюдаемым как в радио (РСДБ), так и в оптике (Gaia). Эта привязка должна производиться на микросекундном уровне точности с применением наиболее точных алгоритмов астрометрических редуций. Одной из таких редуций, пока не вошедших в практику регулярной обработки наблюдений, является галактическая aberrация в собственных движениях. В работе исследуется ее влияние на определение взаимной ориентации ICRF и GCRF. Предварительная оценка этого влияния показала, что оно находится на уровне 1мксд.

Введение

К концу текущего – началу следующего десятилетия ожидается появление высокоточной оптической системы отсчета нового поколения GCRF (Gaia Celestial Reference Frame). К этому же времени ожидается выход новой версии радио системы ICRF (International Celestial Reference Frame). Точность положения объектов в обеих системах отсчета должна быть на уровне первых десятков микросекунд дуги. При этом ICRF является официально признанной МАС реализацией системы небесных координат ICRS (International Celestial Reference System). Поэтому привязка GCRF к ICRS будет производиться путем ее привязки (фактически определения взаимной ориентации) к ICRF по внегалактическим радиоисточникам, наблюдаемым как в радио (РСДБ), так и в оптике (Gaia). Такая привязка должна производиться на микросекундном уровне точности, что, в частности, предполагает применение наиболее точных алгоритмов астрометрических редуций. Одной из таких редуций, пока не вошедших в практику регулярной обработки наблюдений, является галактическая aberrация в собственных движениях (ГА). В работе исследуется ее влияние на определение взаимной ориентации ICRF и GCRF.

Влияние ГА на углы ориентации ICRF–GCRF

Для определения влияния ГА на результаты определения взаимной ориентации ICRF и GCRF был проделан следующий численный эксперимент. Сначала из каталога ICRF2 были выбраны источники типа АЯГ с оптической яркостью не слабее 18^m . Для этого использовался каталог OCARS [2]. Всего было выбрано 688 источников.

Далее, можно предположить, что для связи ICRF с GCRF будет целесообразно выбрать эпоху 2017.0, как ожидаемую среднюю эпоху каталога GCRF. Последний будет приведен к эпохе сравнения путем обычной астрометрической редукции с учетом собственных движений, определенных из наблюдений миссии Gaia. Приведение описанной выше выборки из каталога ICRF2 к эпохе 2017.0 производилось по формулам:

$$\begin{aligned}\alpha(t_0) &= \alpha(t_i) - \mu_\alpha(t_i - t_0), \\ \delta(t_0) &= \delta(t_i) - \mu_\delta(t_i - t_0),\end{aligned}$$

где $t_0 = 2017.0$, t_i – средняя эпоха наблюдений i -го источника, $\alpha(t_i)$ и $\delta(t_i)$ – координаты источника в ICRF2, μ_α и μ_δ – компоненты собственного движения i -го источника, обусловленные влиянием ГА, вычисленные по алгоритму, описанному в [1].

Таким образом, были получены два каталога (две системы отсчета). Первый представляет собой выборку из ICRF2, в котором координаты источников считаются независимыми от времени. Именно такой каталог пока предполагается использовать для связи с GCRF. Второй каталог вычислен с учетом изменения видимых координат источников из-за влияния ГА. Взаимная ориентация между двумя этими системами отсчета определяется тремя углами поворота A_1 , A_2 , и A_3 в соответствии с известными выражениями:

$$\begin{aligned}\Delta\alpha &= A_1 \cos \alpha \tan \delta + A_2 \sin \alpha \tan \delta - A_3, \\ \Delta\delta &= -A_1 \sin \alpha + A_2 \cos \alpha.\end{aligned}$$

Результаты вычислений приведены в табл. 1. Величина этих углов представляет собой разницу в углах ориентации ICRF–GCRF в зависимости от учета или неучета ГА.

Таблица 1. Углы ориентации между исходным каталогом и каталогом, приведенным к эпохе 2017.0 за влияние ГА, мксд.

A_1	A_2	A_3
1.32 ± 0.50	-0.06 ± 0.49	0.28 ± 0.42

Заключение

В результате проделанного эксперимента было получено практически пренебрежимое влияние ГА на углы ориентации между радио и оптической системами координат. Однако надо иметь в виду, что проведенный численный эксперимент может быть достаточно далек от реальности, поскольку заранее трудно предугадать, по какому именно набору объектов будет определяться связь ICRF–GCRF. Представляется полезным повторить такую оценку позднее с реальным набором источников. Разумеется, оптимальным решением будет введение в практику редукции РСДБ-наблюдений учета ГА, например по методике, например по методике, предложенной в [1]. Проблема, однако, заключается в том, что для сохранения однородности и совместимости результатов, получаемых в разных центрах необходимо начать учет ГА одновременно во всех центрах.

Литература

1. Malkin Z. On the implications of the Galactic aberration in proper motions for the Celestial Reference Frame. MNRAS, 2014, 445(1), 845-849.
2. Малкин З.М. Новая версия каталога оптических характеристик астрометрических радиоисточников OCARS. Эта конференция, стендовый доклад 1.4.