

Определение постньютоновского параметра γ из обработки суточной РСДБ сессии

Курдубов С.Л., Миронова С.М.

Институт прикладной астрономии Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия

1 октября 2018 года

Формула для расчета производной задержки по ППН параметру γ



$$\frac{\partial \tau_v}{\partial \gamma} = \frac{\frac{\partial T_{grav}}{\partial \gamma} + (\vec{u} \vec{b}) \frac{GM_{\odot}}{|\vec{x}_{\odot}|c^2}}{1 + \frac{\vec{u} v_{\oplus} + \vec{u} w_2}{c}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_{grav}}{\partial \gamma} = & \sum_{A=M, \odot, J, H} \frac{GM_A}{c^2} \ln \frac{|\vec{R}_{1A}| + \vec{u} \vec{R}_{1A}}{|\vec{R}_{2A}| + \vec{u} \vec{R}_{2A}} + \frac{GM_{\oplus}}{c^2} \ln \frac{|\vec{x}_1| + \vec{u} \vec{x}_1}{|\vec{x}_2| + \vec{u} \vec{x}_2} \\ & + \sum_{A=M, \odot, J, H} (2 + 2\gamma) \left(\frac{GM_A}{c^2} \right)^2 \frac{\vec{b} \cdot \frac{\vec{R}_{1A}}{|\vec{R}_{1A}|} + \vec{b} \cdot \vec{u}}{(|\vec{R}_{1A}| + \vec{u} \cdot \vec{R}_{1A})^2} \end{aligned} \quad (2)$$

где \vec{b} – вектор базы;

\vec{u} – единичный вектор в направлении источника;

$x_M, x_{\odot}, x_J, x_H, x_{\oplus}$ – барицентрические координаты Луны, Солнца, Юпитера, Сатурна, Земли в CRS;

v_{\oplus} – барицентрическая скорость Земли в CRS.

$\vec{x}_{1,2}$ – геоцентрические положения 1, 2 станций;

$\vec{w}_{1,2}$ – геоцентрические скорости 1, 2 станций в CRS;

\vec{R}_{1A} – вектор от гравитирующего тела к 1, 2 станциям; M_A – масса гравитирующего тела.

Вычисление ППН параметра γ из глобального уравнивания



| γ | $\Delta\gamma$ | год | автор | задержки |
|----------|----------------|------|-----------|--------------------------------|
| 1.008 | 0.005 | 1984 | Robertson | $4 \cdot 10^4$ с 1980 по 1984 |
| 1.0002 | 0.002 | 1991 | Robertson | $3 \cdot 10^5$ с 1980 по 1990 |
| 0.9996 | 0.0017 | 1995 | Lebach | $2 \cdot 10^4$ в 1987 |
| 0.99983 | 0.0004 | 2004 | Shapiro | $2 \cdot 10^6$ с 1979 по 1999 |
| 1.00031 | 0.00035 | 2009 | Lambert | $4 \cdot 10^6$ с 1979 по 2008 |
| 0.99992 | 0.00012 | 2011 | Lambert | $7 \cdot 10^6$ с 1979 по 2010 |
| 0.000272 | 0.000092 | 2018 | Titov | $13 \cdot 10^6$ с 1979 по 2018 |
| 0.000099 | 0.000149 | - | - | $9 \cdot 10^6$ с 1979 по 2016 |



Определяемые параметры:

- ▶ влажная задержка в зените
- ▶ рассинхронизация часов
- ▶ координаты станций
- ▶ ППН параметр γ

Способы обработки:

- ▶ удаление скачка (Hobart26 / Yarra12M)
- ▶ удаление станции
- ▶ исправление скачка

Результаты обработки сессий AUA020 и AOV022, параметр $(\gamma - 1) * 10^{-3}$



| | AUA020 | AOV022 |
|--------------------|-------------|--------------|
| исправление скачка | 4.504 0.285 | -3.214 0.467 |
| удаление скачка | 4.283 0.280 | -3.178 0.484 |
| удаление станции | 2.018 0.332 | -2.226 0.532 |

Определение ППН параметра γ по одному источнику, $(\gamma \pm \Delta\gamma) \cdot 10^{-3}$



| | AUA020 | AOV022 |
|------------------------|---------------|----------------|
| все источники | 2.018 0.332 | -2.226 0.532 |
| без 0229+131 | 6.256 0.529 | 11.944 1.229 |
| без 0235+164 | -8.727 0.882 | -13.900 0.972 |
| без 0229+131, 0235+164 | 11.867 12.283 | -10.566 11.940 |
| структура (n) | 1.942 0.415 | -2.189 0.597 |
| структура (2) | 1.537 0.484 | -2.112 1.101 |



| | AUA020 | χ^2 | AOV022 | χ^2 |
|-----------------------|--------------|----------|--------------|----------|
| с перевзвешиванием | 2.257 0.342 | 2.66 | -4.263 0.500 | 5.03 |
| без них | 2.257 0.209 | | -4.263 0.223 | |
| без них, без сигналов | -1.157 0.084 | | -3.628 0.078 | |



| | $\gamma \pm \Delta\gamma$ | χ^2 |
|--------------------|---------------------------|----------|
| с перевзвешиванием | 2.051 0.249 | 1.030 |



| | $(\gamma \pm \Delta\gamma) \cdot 10^{-3}$ | χ^2 |
|---------------------|---|----------|
| OCCAM | 0.056 0.115 | 0.34 |
| OCCAM 0235+164 | 0.134 0.158 | 0.34 |
| OCCAM 0229+131 | -0.154 0.341 | 0.34 |
| Calc/Solve | -0.022 0.110 | 0.84 |
| Calc/Solve 0235+164 | 0.185 0.148 | 0.84 |
| Calc/Solve 0235+164 | -0.684 0.253 | 0.84 |



1. Результаты определения ППН параметра γ по сеансам с близким прохождением источника около Солнца сравнимы с результатами, получаемыми из обработки всех доступных наблюдений, уступая им в 1.5-2 раза.
2. Неперевзвешенные оценки ошибки примерно соответствуют оценке из Титову и др. из метода СКК при делении на корень из их χ^2 .
3. Неперевзвешенные ошибки при отключении стохастических сигналов соответствуют таковым из CalcSolve.