

При данном уровне помех погрешности оценки компонентов вектора μ с 50-й секунды не превышали 10^{-4} , что при расчете ориентации в углах Эйлера определяет ошибку оценивания в интервалах: для курсового угла: $-2.7 \cdot 10^{-4} - 2.8 \cdot 10^{-4}$ рад, для угла тангажа: $-2.5 \cdot 10^{-4} - 2.5 \cdot 10^{-4}$ рад, для угла крена: $-2.5 \cdot 10^{-5} - 2.5 \cdot 10^{-5}$ рад.

На рис. 3 приведены погрешности оценивания ориентации ПСК2 относительно ОСК, выраженные вектором параметров Родрига–Гамильтона η . Как видно из рис. 3, погрешности оценки компонентов вектора η после 200-й секунды не превышают $2.5 \cdot 10^{-5}$, что в углах Эйлера определяет ошибку оценивания в интервалах: для курсового угла: $-2.1 \cdot 10^{-5} - 2.6 \cdot 10^{-5}$ рад, для угла тангажа: $-2.2 \cdot 10^{-5} - 2.4 \cdot 10^{-5}$ рад, для угла крена: $-2.3 \cdot 10^{-5} - 2.4 \cdot 10^{-5}$ рад.

На рис. 4 приведены погрешности оценивания ориентации ОСК относительно ПСК1, выраженные вектором параметров Родрига–Гамильтона λ . В данном случае погрешности оценки вектора λ после 50-й секунды не превышают величины $2 \cdot 10^{-5}$, что в углах Эйлера определяет ошибку оценивания в интервалах: для курсового угла: $-1.1 \cdot 10^{-5} - 1.6 \cdot 10^{-5}$ рад, для угла тангажа: $-1.3 \cdot 10^{-5} - 1.7 \cdot 10^{-5}$ рад, для угла крена: $-1.4 \cdot 10^{-5} - 1.8 \cdot 10^{-5}$ рад.

Очевидно, что в целом полученные результаты удовлетворяют требованиям по точности определения ориентации антенн, предъявляемым не только к современным, но и перспективным БИСО. На рис. 5 показаны ошибки оценки координат ЦМ подвижного РТК. Как видно из полученных результатов, ошибки оценки долготы λ не превысили $4 \cdot 10^{-7}$ рад, а ошибки определения широты $\varphi - 1.5 \cdot 10^{-6}$ рад, что вполне соответствует требованиям, предъявляемым к современным системам навигации подвижных РТК.

Заключение. В целом, результаты имитационного моделирования позволяют сделать вывод о том, что устойчивость предложенного алгоритма и его высокая точность обеспечивают возможность его использования для решения задачи оперативной ориентации мачтовых антенн подвижных РТК с использованием средне- и высокоточных БИСО без коррекции в течение достаточно длительного времени.

Приложение 1

$$B = B(\lambda, \varphi, t) = \begin{vmatrix} \cos(\lambda + \Omega t) & 0 & -\sin(\lambda + \Omega t) \\ -\sin(\lambda + \Omega t) \sin \varphi & \cos \varphi & -\cos(\lambda + \Omega t) \sin \varphi \\ \sin(\lambda + \Omega t) \cos \varphi & \sin \varphi & \cos(\lambda + \Omega t) \cos \varphi \end{vmatrix}$$

Приложение 2

$$D(\mu) = \begin{vmatrix} 2\mu_1^2 + 2\mu_2^2 - 1 & 2(\mu_2\mu_3 + \mu_1\mu_4) & 2(\mu_2\mu_4 - \mu_1\mu_3) \\ 2(\mu_2\mu_3 - \mu_1\mu_4) & 2\mu_1^2 + 2\mu_3^2 - 1 & 2(\mu_3\mu_4 + \mu_1\mu_2) \\ 2(\mu_2\mu_4 + \mu_1\mu_3) & 2(\mu_3\mu_4 - \mu_1\mu_2) & 2\mu_1^2 + 2\mu_4^2 - 1 \end{vmatrix}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дардари Д., Фаллети Э., Луизе М. Методы спутникового и наземного позиционирования. Перспективы развития технологий обработки сигналов М.: Техносфера, 2012. 528 с.
2. Зайцев Д.В. Многопозиционные радиолокационные системы. Методы и алгоритмы обработки информации в условиях помех М.: Радиотехника, 2007. 96 с.
3. Коновалов А.А. Основы траекторной обработки радиолокационной информации С.Пб. Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 164 с.
4. Rapoport L., Barabanov I., Khvalkov A., Kutuzov A., Ashjaee J. Octopus: Multi antennae GPS/GLONASS RTK System // ION GPS-2000. P. 797–804.
5. Gebre-Egziabher D., Hayward R.C., Powell J.D. Design of multi-sensor attitude determination systems // IEEE Trans. on Aerospace & Electronic Syst. 2004. V. 40(2). P. 627–649.