

Результаты исследования влияния объемов выборки измерительной информации на точность контроля геодезической привязки беззапросных измерительных систем в оперативном режиме

© И. Н. Тупицын

АО «НПК «СПП», филиал «ПНБО», г. Королев, Россия

В данной статье представлены результаты исследования влияния различных объемов выборки измерительной информации на точность контроля геодезической привязки беззапросных измерительных систем.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, контроль геодезической привязки.

В соответствии с Федеральной целевой программой развития системы ГЛОНАСС [1] к 2020 году планируется поэтапное повышение точности эфемеридно-временной информации (ЭВИ), транслируемой с борта навигационного космического аппарата (НКА) ГЛОНАСС. Одним из способов повышения точности ЭВИ является увеличение числа закладок на борт НКА данной информации с целью минимизации интервала её прогноза. Стоит отметить, что увеличение числа закладок на борт приведёт не только к необходимости решения задачи расчета ЭВИ с повышенной оперативностью, но и потребует также повышения оперативности решения ещё ряда сопутствующих задач, которые оказывают непосредственное влияние на точность её расчета. К одной из основных таких задач необходимо отнести задачу оперативного контроля геодезической привязки (ГП) беззапросных измерительных систем (БИС), решаемую с использованием ЭВИ НКА ГЛОНАСС из состава навигационного кадра. Данное обстоятельство привело к необходимости проведения исследования влияния объёмов выборки измерительной информации (длины измерительной базы) на точность оперативного контроля геодезической привязки БИС.

Исследования проводились с использованием реальной измерительной информации четырех БИС, которые расположены соответственно в Московской области, Воркуте, Улан-Удэ и на Камчатке. В качестве оперативной ЭВИ выступали данные, полученные из навигационных кадров НКА ГЛОНАСС.



Рис. 1. Схема размещения БИС

Уточнение положения БИС и контроль ГП проводился с применением относительного метода определения координат [2] и единой опорной БИС (ОБИС) — централизованная схема. В качестве ОБИС выступала станция, которая расположена в Московской области (рис. 1).

Порядок проведения исследований следующий:

- предварительная обработка измерительной информации БИС;
- формирование линейных комбинаций измерений контролируемых и опорной БИС;
- оперативное уточнение геодезической привязки контролируемых БИС с использованием различных объемов выборки измерений;
- анализ результатов исследований.

На этапе предварительной обработки измерительной информации БИС проводится учет поправок, которые обусловлены следующими факторами: задержками распространения навигационного сигнала (НС) в тропосфере и ионосфере, приливными эффектами, уходами шкал времени, вращением фаз навигационного сигнала, выносами фазовых центров бортовой аппаратуры НКА, а также релятивистскими эффектами.

Под формированием линейных комбинаций подразумевается формирование вторых разностей одномоментных двухчастотных измерений на фазе несущей частоты для опорной и контролируемых БИС ГЛОНАСС типа НКА–БИС_{опор}–НКА–БИС_{контр}. Применение таких линейных комбинаций позволяет компенсировать погрешности, обусловленные уходом бортовых и наземных шкал времени (возникающих из-за особенностей работы опорных генераторов частоты НКА и БИС). Частично некомпенсированными остаются погрешности, обусловленные неточностями знания задержек НС за счет распространения в тропосфере и ионосфере, а так же неточностями знания эфемерид НКА.

Оперативное уточнение ГП БИС проводилось на основании решения системы нормальных уравнений методом наименьших квадратов по сформированным линейным комбинациям на различных временных интервалах: 24 часа, 12 часов и 6 часов. В состав уточняемого вектора включаются систе-

матические подставки для каждого прохождения, связанные с неоднозначностью начальной фазы сигнала, координаты определяемой станции, а также задержки за счет распространения НС в тропосфере на 2 часовых интервалах.

В ходе выполнения исследований были получены следующие результаты:

— определено среднее число линейных комбинаций измерений для комбинаций опорная — контролируемая БИС на интервале уточнения их координат длительностью 24, 12 и 6 часов соответственно (рис. 2);

— установлены точности определения координат (контроля ГП) контролируемых БИС на интервалах длительностью 24, 12 и 6 часов в оперативном режиме (рис. 3).

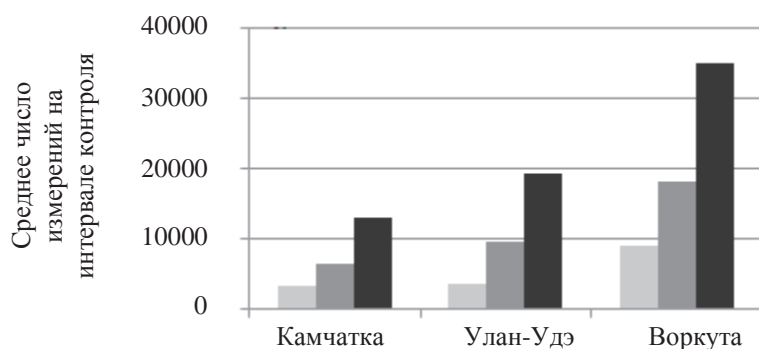


Рис. 2. Среднее число линейных комбинаций измерений.

Светлым тоном — интервал 6 часов, средним — 12 часов, темным — 24 часа

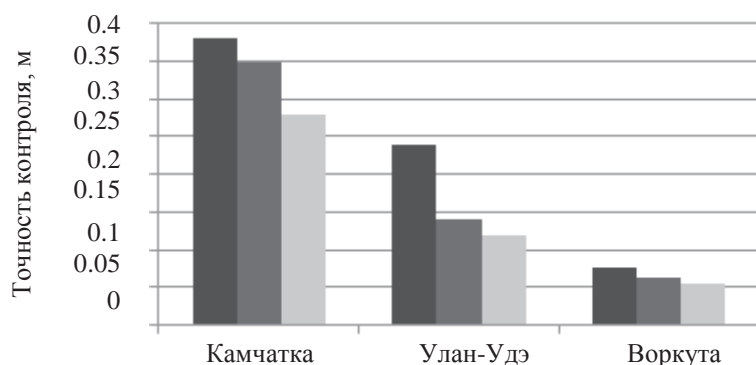


Рис. 3. Точность контроля ГП БИС в оперативном режиме

(среднеквадратическая погрешность). Светлым тоном — интервал 24 часа, средним — 12 часов, темным — 6 часов

Анализ результатов исследований показал:

— при наличии малых баз между опорной и контролируемой БИС (до 1500 км) точность контроля ГП для 6, 12 и 24-часовых интервалов накопления измерений сопоставима и не превосходит 10 см (по уровню вероятности 0.67);

— для средних баз (до 4500 км) точность контроля ГП для 6 и 24 часовых интервалов накопления измерений отличается в два раза, составляет примерно 10—12 см и 20—25 см соответственно (по уровню вероятности 0.67);

— для больших баз (более 6000 км) точность ГП для 6 и 24 часовых интервалов накопления измерений отличается примерно на 30 %, что составляет ~30 см и ~40 см соответственно (по уровню вероятности 0.67).

По результатам исследований сделаны следующие выводы:

1) влияние объемов выборки измерительной информации на точность контроля ГП БИС в оперативном режиме существенно для средних измерительных баз;

2) при использовании 6-часового интервала накопления измерений точность (СКП) контроля ГП БИС на всей территории РФ не превышает 0.40 м.

Заключение

Влияние объемов выборки измерительной информации на точность контроля ГП БИС в оперативном режиме существенно для средних измерительных баз. При использовании централизованной схемы на 6-часовом интервале точность контроля ГП БИС для всей территории РФ находится на уровне ~ 0.40 м.

Одним из путей повышения точности контроля ГП БИС необходимо рассматривать применение децентрализованной схемы контроля ГП с использованием нескольких ОБИС, что позволит уменьшить длины измерительных баз.

Литература

1. Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 3 марта 2012 г. № 189). — 2012.

2. ГОСТ Р 53607-2009 «Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Определение относительных координат по измерениям псевдодалностей. Основные положения» — 2011.

Accuracy in the Geodetic Reference Control of the GNSS Systems and its Dependence on Measurement Intervals

I. N. Tupitsyn

This article presents the results received studying the accuracy in the geodetic reference control of GNSS measurement systems and its dependence on the amount of measurements in an information sample.

Keywords: GLONASS, Geodetic reference control.