

условий, возможны потери сигнала СНС, либо и вовсе его отсутствие в течении длительного времени. Таким образом, необходима система позволяющая вычислять местоположение при отсутствии сигнала СНС. Использование инерциальной навигационной системы [1] нецелесообразно ввиду существенной стоимости и необходимости начальной выставки. Альтернативой является вычисление пути по информации от одометрических датчиков, с последующим вычислением географических координат на основе информации о направлении движения и пройденном пути.

Одометр – это прибор, который показывает пробег транспортного средства [3] – пройденный путь. Принцип работы основан на подсчете сделанных колесами оборотов. Измеряя текущие углы ведущих колес возможно определение направления движения. На основании показаний одометра возможен расчет расхода емкости аккумулятора БНПО и прогноз времени функционирования на данном источнике энергии.

Существуют различные виды одометров [3]:

- механический;
- электронно-механический;
- электронный.

Механический одометр позволяет получать информацию о пути только зрительно, т. е. не подходит для построения системы БНПО.

Электронно-механический одометр совмещает в себе электронный и механический типы. Такие одометры имеют погрешность в пределах 2–5 %, т. к. фиксируются обороты колеса транспортного средства с механическим приводом, сведения принимаются датчиками, а после корректировки выводятся на экран.

Электронный одометр является наиболее перспективным типом счетчика обладает точностью до 98–99 %. Электронные одометры выдают информацию в цифровом виде, что позволяет использовать ее в бортовом вычислителе БНПО. Таким образом, дальнейшим направлением работы является разработка алгоритмов перехода с навигации по СНС на вычисление местоположения по одометрической системе. Математическое и экспериментальное исследование достижимых точностей вычисления координат.

Литература

1. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / Б. С. Алешин [и др.]; под ред. Б. С. Алешин, К. К. Веремеенко, А. И. Черноморского. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 424 с.
2. Патент RU2649628C1. Система точной навигации подвижных объектов с использованием данных наземной инфраструктуры ГЛОНАСС / Чернявец В. В. – Оpubл. 04.04.2018.
3. Автомобильный одометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://perevozka24.ru/pages/avtomobilnyy-odometr>.

УДК 531.383

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Дубинина Е. Б.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Анализ погрешностей ИНС базируется на решении уравнений ошибок, представляющих собой линеаризованные уравнения первого приближения относительно возмущений, действующих на систему. В общем случае модель ошибок ИНС представляет собой неоднородные линейные обыкновенные дифференциальные уравнения девятого порядка с переменными коэффициентами.

Приближенно ошибки выработки навигационных параметров для северного канала ИНС описываются следующей системой уравнений

$$\left. \begin{aligned} \dot{\beta} &= -\frac{\Delta V_{Xg}}{R} + \varepsilon; \\ \Delta \dot{V}_{Xg} &= g\beta + \Delta a; \\ \Delta \dot{\phi} &= \frac{\Delta V_{Xg}}{R}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $\Delta\varphi$, ΔV_{Xg} , β – ошибки определения координаты, скорости и вертикали соответственно; ϵ , $\Delta\alpha$ – погрешности гироскопа и акселерометра соответственно; g – ускорение силы тяжести; R – радиус Земли.

Ошибка в пройденном расстоянии ΔS с ошибкой в определении широты связана соотношением

$$\Delta S = \Delta\varphi R \quad [\text{м}]. \quad (2)$$

Блок-схема формирования погрешностей представлена на рис. 1.

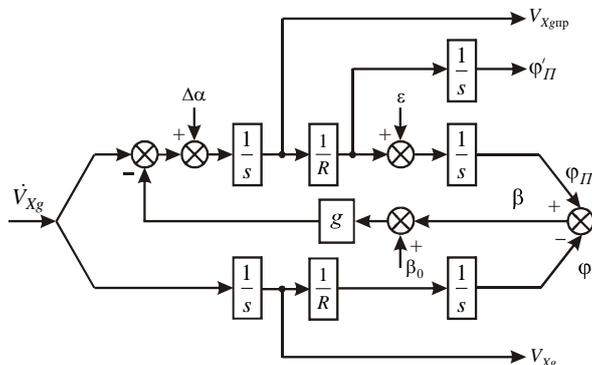


Рис. 1. Блок-схема формирования погрешностей ИНС

УДК 531.383

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ РЕЗОНАТОРОМ

Студент гр. 120401, лаборант-исследователь ЛИДПИ, СОиН Дулуб Я. В.

Ст. научный сотрудник Лихошерст В. В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Волновой твердотельный гироскоп (ВТГ) представляет собой инерциальный датчик, который состоит из чувствительного элемента (резонатора) и блока электроники, который определяет, в каком из двух режимов будет работать гироскоп: датчик угла (ВТГ-ИГ) или датчик угловой скорости (ВТГ-ДУС). Принцип работы основан на эффекте дрейфа стоячей волны, возбуждаемой в кромке резонатора, в следствие воздействия на гироскоп угловой скорости. Режим работы ВТГ определяется вариантом управления колебаниями резонатора (волновой картиной), так для реализации ВТГ-ДУС необходимо препятствовать движению волны. При этом амплитуда и фаза колебаний, компенсирующих движение волны, будут пропорциональны действующей угловой скорости.

Предложенный в статье [1] способ построения контура компенсации движения волны для ВТГ-ДУС на основе скоростной отрицательной обратной связи (ООС), был реализован на макетном образце и дополнен блоком синхронной демодуляции сигнала. Исследование макета вывило существенное влияние высокочастотной составляющей на выходной сигнал ВТГ. Реализация контра ООС была переработана в части подавления высокочастотных гармоник. Причиной появления гармоник высоких частот в сигнале является то, что возбуждение колебаний осуществляется импульсами прямоугольной формы.

Результаты исследования доработанного контура приведены на рис. 1, где оранжевый график – сигнал узлов, а синий – сигнал пучности.

Как видно из рис. 1, амплитуда и время переходного процесса в узлах существенно сократились, ввиду чего следует заключение о работоспособности предложенного способа реализации контура компенсации движения волны. Падение амплитуды в пучностях уменьшилось, однако время выхода на нормальный режим работы не изменилось. Из этого следует, что необходимо также разработать контур поддержания амплитуды в пучностях.