

ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

УДК 531. 383

Д.О. ВОЛОНЦЕВИЧ, д-р. техн. наук,

В.С. БОГАЧ, аспірант, *С.Н. БЕЛЯЕВ*, аспірант, НТУ ХПИ (г. Харків)

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ АВТОНОМНЫХ И ИНТЕГРИРОВАННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АРМЕЙСКИХ МАШИН

В статті наведені основні характеристики навігаційних систем армійських машин ведучих країн світу. Розглянуті основні типи датчикової апаратури, що використовуються в безплатформенних інерціальних навігаційних системах.

In report the characteristics of the military vehicles navigation systems of leading countries are presented. Main types of sensors used in strap-down inertial navigation systems are considered.

В настоящее время, для навигации подвижных объектов армейских машин всё чаще используются комплексные навигационных системы. Они построены на совместном использовании автономной навигационной системы (АНС) подвижного объекта и аппаратуры пользователя спутниковой навигационной системы (GPS) [4]. В виду большого разнообразия датчиковой аппаратуры, применяемой в таких системах, точность позиционирования объекта на местности сильно отличается.

Опыт ведущих стран мира по применению автономных и интегрированных навигационных систем для армейских машин позволяет определить современный уровень параметров точности. В данной статье рассматриваются серийные автономные и интегрированные навигационные системы ведущих стран мира, датчики, которые в них используются, а также сделаны выводы о современных требованиях, предъявляемых к таким системам.

В рассматриваемых ниже АНС в качестве датчиков угловых скоростей применяются волоконно-оптические или лазерные гироскопы. Определение углового положения (ориентации) объекта осуществляется путем численного интегрирования кинематических уравнений для нахождения параметров ориентации. Этими параметрами могут быть кватернионы (они же параметры Родрига - Гамильтона), углы Эйлера-Крылова или некоторые другие. Удобнее с точки зрения интегрирования на ЭВМ применять кватернионные параметры. Кинематические уравнения связывают параметры ориентации с

проекциями угловой скорости объекта на оси связанной с ним системы координат.

Фирма KVH (США) представляет свою современную интегрированную навигационную систему TACNAV II, которая устанавливается на большинстве машин военного назначения армии США, включая Abrams M1A2, HAMMER и многих других [2].

В качестве датчиковой аппаратуры в ней используются волоконно-оптические гироскопы. Отличительными особенностями этой системы навигации является очень малые габариты и вес, а так же высокая степень интеграции датчиковой аппаратуры с другими системами и, в частности, системой электронного контроля боя.

Основные характеристики системы TACNAV II представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики интегрированной навигационной системы TACNAV II (США)

Точность позиционирования:	
с GPS	5...10 метров
без GPS (после предварительного выравнивания GPS)	±1% дистанции после движения 20 мин.
без GPS	±2,5% дистанции независимо от времени движения
Курсовая точность:	
с GPS	<0,5° после 1000 метров движения
без GPS (после предварительного выравнивания GPS)	±1% после движения 20 мин.
без GPS	±3% независимо от времени движения
Время готовности	<15 секунд
Напряжение питания	28В
Потребляемая мощность	<12 Вт
Габаритные размеры блока датчиковой аппаратуры	160x260x90 мм
Масса блока датчиковой аппаратуры	4 кг

Следующей фирмой, занимающей на рынке навигационных систем одно из ведущих мест, является IMAR (Германия). Рассмотрим характеристики интегрированной навигационной системы iNAV-RQH-0018-ROAD/LSURV для армейских машин специального назначения, фото модуля датчиковой аппаратуры которой, представлено на рисунке. Такая система устанавливается на немецкие танки Leopard, разведывательные машины Fenpek и многие другие армейские машины Германии и других стран.

Модуль датчиковой аппаратуры АНС построен с использованием лазерных гироскопов и, как заявляет производитель, высокоточных акселерометров [5].

Основные характеристики системы iNAV-RQH-0018-ROAD/LSURV представлены в таблице 2.



Рисунок 1 – Модуль датчиковой аппаратуры интегрированной навигационной системы фирмы IMAR (Германия)

Таблица 2. Основные характеристики интегрированной навигационной системы iNAV-RQH-0018-ROAD/LSURV (Германия)

Курсовая точность	<0,02°
Точность позиционирования (с GPS и датчиком скорости)	<1 м
Точность скорости (с использованием фильтра Калмана)	<1 мм/с
Время готовности	<10 мин
Напряжение питания	12...34В
Потребляемая мощность	40 Вт
Габаритные размеры блока датчиковой аппаратуры	299x213x179 мм
Масса блока датчиковой аппаратуры	9,5 кг

Следует отметить, что фирма IMAR выпускает и другие модели датчиковой аппаратуры, параметры точности которых, отличаются в несколько раз. Например, для использования в специальных гражданских целях (в частности, для легковых авто) предлагается интегрированная навигационная система iNAV-FJI-001-LSURV в которой используются

высокоточные волоконно-оптические гироскопы. В этой системе курсовая точность $<0,01^\circ$, а точность позиционирования $<0,2\%$ дистанции движения.

Россия, в частности, Раменский приборостроительный завод также выпускает АНС, предназначенную для установки на подвижных наземных объектах. Бесплатформенная инерциальная навигационная система - БИНС-ЛЧЭ построена на основе прецизионных датчиков первичной информации: трёхкомпонентном лазерном гироскопе ЛЧЭ и трёх интегральных акселерометрах. Основные характеристики системы БИНС-ЛЧЭ представлены в таблице 3.

Таблица 3. Основные характеристики бесплатформенной инерциальной навигационной системы - БИНС-ЛЧЭ (Россия)

Погрешности определения:	
координат, км за час работы	1,85
углов:	
крена, тангажа	$0,1^\circ$
курса	$0,05^\circ$
Время готовности	5 мин
Габаритные размеры	190x190x340 мм
Напряжение питания	27 В
Потребляемая мощность	80 Вт

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

а) в работе были рассмотрены основные характеристики автономных и интегрированных навигационных систем, а также типы датчиковой аппаратуры применяемых в АНС ведущих стран мира;

б) совместная работа АНС с GPS позволяет получить более высокие параметры точности позиционирования объекта на местности;

в) исследуемые основные характеристики современных систем навигации для армейских машин ведущих стран позволяют определиться с необходимыми характеристиками точности для перспективных отечественных транспортных средств специального назначения.

г) механические гироскопы не находят своего применения, в виду их недостатков, а именно: меньшей надёжности, поскольку в своей конструкции имеют вращающийся ротор, чувствительности к вибрациям, высокого энергопотребления и т.п.

Список литературы: 1. ГОСТ Р 51794-2001. Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. – Введен в действие 9 августа 2001 г. 2. <http://kvh.com/> 3. *Серегин В.В.* Прикладная теория и принципы построения гироскопических систем // Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – 78 с. 4. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов / *О.Н. Анушин, Г.И. Емельянцева.* – СПб., 1999. – 357 с. 5. <http://www.imar-navigation.de/>

Поступила в редколлегию 08.11.2009