где $\Theta_n^{*2} = \Theta_{n1}^{*2} + \Theta_{n2}^{*2} + \Theta_{n3}^{*2}$. Формулы (2) определяют алгоритм определения поворота 3-го порядка точности. Из (2) получаются формулы для алгоритмов определения поворота 1-го и 2-го порядка, которые идентичны полученным в [1] для общего случая вращения. Характерно, что форма вращающегося тела проявляет свое влияние на ориентацию только в членах порядка $O^*(\Theta_n^{*3})$ в выражениях (2), где присутствует параметр ¶. Если величина ¶ не известна заранее, ее можно вычислить, используя первичную информацию (1).

Для оценивания точности алгоритма определения поворота (2) вводятся локальные оценки погрешности модуля в виде $i_n^2 = \|\Delta\Lambda_n\|^2 - 1$ и дрейфа [1]. Оценка погрешности модуля на шаге имеет вид:

$$i_n^2 = \Theta_n^{*4}/64 - (\Theta_{n1}^{*2} + \Theta_{n2}^{*2})(\Theta_n^{*2}/2 - (1-¶)\Theta_{n3}^{*2})/24 - \Theta_n^{*2}\Theta_{n3}^{*2}(3-2¶)/48 + \Theta_{n3}^{*4}(1-¶)/24$$

Получена также аналитическая оценка точности алгоритма (2) в виде дрейфа. Приводятся результаты численного моделирования полученного алгоритма на различных эталонных моделях вращения.

Список литературы: **1**. *Бранец В.Н., Шмыглевский И.П.* Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. М., 1973. 320 с. **2**. *Плаксий Ю.А.* Аналитические оценки точности алгоритмов определения ориентации в кватернионах для случая регулярной прецессии объекта //Вестник ХПИ, №2, Техн. кибернет. и ее прил. – Харьков, вып.11, 1992. – С.79-83.

УДК 621.391

АСЮТИН А.Д., ***УСПЕНСКИЙ В.Б.,*** канд. техн. наук

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОШИБОК ИНЕРЦИАЛЬНОГО БЛОКА С ПОМОЩЬЮ ДВУХОСНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) предназначена для определения и передачи во внешние системы навигационных и динамических параметров движения воздушного судна (ВС).

Основу БИНС составляет измерительный блок (ИБ), который устанавливается непосредственно на корпусе объекта и вырабатывает посредством инерциальных чувствительных элементов непрерывную информацию о составляющих вектора кажущегося ускорения (блок акселерометров) и пара-

метрах вращательного движения места установки ИБ (блок гироскопов). К сожалению показания ИБ не являются точными – ошибки измерений акселерометров и гироскопов приводят к ошибкам определения навигационных параметров. Данные ошибки носят накопительный характер, то есть при длительной автономной работе БИНС невозможно точно определять НП ВС.

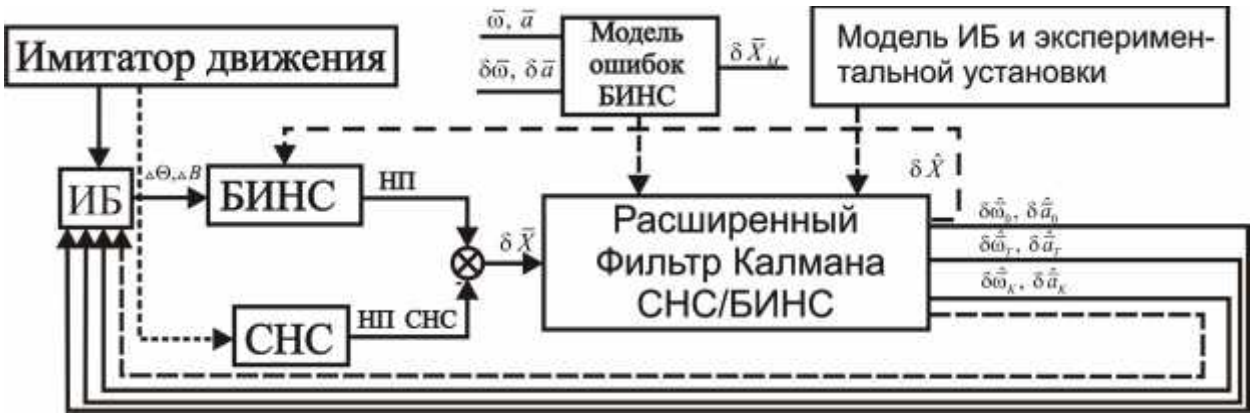

Рис. 1 – Структурная схема методики.

Под паспортизацией ИБ будем понимать определение постоянных составляющих ошибок измерителей (акселерометров и гироскопов). Паспортизация ИБ поможет повысить точность измерений ИБ, что приведет к более точному определению НП при автономной работе БИНС. Общая схема выполнения работы представлена на рисунке 1.

В результате исследований были промоделированы все модули, представленные на рис. 1. В фильтре Калмана была использована модель ошибок определения НП БИНС. Данная модель ошибок была получена путем варьирования уравнений движения ВС, на которых основана работа БИНС. В силу сложности данных уравнений в модели ошибок были отброшены нелинейные составляющие, после чего линеаризованная модель была проверена на адекватность.

В фильтр Калмана были введены модели ошибок ГС и АИ. Путем создания эталонных движений с помощью имитатора были получены оценки составляющих ошибок ИБ (постоянные и температурные ошибки, погрешности масштабных коэффициентов и параметры неортогональности ГС и АИ). Также в модели были учтены особенности экспериментальной установки.

Полученная в итоге методика позволила осуществлять комплексную паспортизацию ИБ наиболее оптимальным образом, учитывая зашумленность выходных сигналов ГС и АИ. В данный момент разработанная методи-

ка тестируется на экспериментальных данных, полученных с двухосного лабораторного стенда.

Список литературы: ***1.*** *Анучин О.Н., Емельянцев Г.И.* Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. Санкт-Петербург 1999. – 357с. ***2.*** *Аникейчев В.С., Атаманов Н.А., Поликовский Е.Ф.* Методика калибровки акселерометров. Сборник статей XXII научно-технической конференции памяти Н.Н. Острякова. ***3.*** *Крузе С.В., Лепе С.Н., Молчанов А.В., Поликовский Е.Ф.* Калибровка триады лазерных гироскопов. "Гироскопия и навигация" №4 (55), 2006. – 87с. **4.** *Брославец Ю.Ю., Фомичев А.А., Колчев А.Б., Успенский В.Б.* Имитационная модель движения летательного аппарата. Сборник статей IX Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам. **5.** *Успенский В.Б.* Теоретические основы гиросилового управления ориентацией космического летательного аппарата. Монография. – Харьков: НТУ «ХПИ». - 2006. – 328с.

УДК 534.1:539.3

БАГАЦКИЙ О.Н.**,** ***ВОРОБЬЁВ Ю.С.*****,** докт. техн. наук, ИПМАШ

СКОРОСТНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПЛАСТИНЫ С РЁБРАМИ ЖЁСТКОСТЯМИ И ПЕРФОРАЦИЯМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ И ИМПУЛЬСНОЙ НАГРУЗОК

Изучение поведения элементов конструкций и материалов под действием кратковременных нагрузок, вызывающих нестационарные деформации, как в упругой, так и в упругопластической области, – актуальная и сложная проблема современной механики.

Исследуется НДС прямоугольной пластины, подкреплённой в двух направлениях дискретно расположенными рёбрами жёсткости и обладающая перфорациями. Для рёбер жёсткости учитываются их изгиб и кручение. На пластину действует нестационарная нагрузка, заданная как функция координат и времени:

$$p(x,y,t)=a\rho g\left[1-\frac{v^2(t)}{v_0^2}e^{\delta t}\right]F(x,y,t), \qquad v(t)=v_0\left[1-\frac{t}{t_1}-\frac{}{2®}\sin\left(\frac{2®t}{t_1}\right)\right].$$

Для решения задачи используется численный метод, основывающийся на обобщённом принципе Остроградского-Гамильтона. При интегрировании по поверхности пластины учитывается её форма и форма вырезов. Задача сводится к системе линейных дифференциальных уравнений относительно