

УДК 681.586

*Шеколян А.А. , студент**Национальный технический университет Украины**«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина***Блок чувствительных элементов для парусной яхты**

Парусную яхту нельзя обобщать с остальными видами морских судов, так как она имеет малый вес, небольшие габариты, иные углы крена и дифферента, чем у больших судов, систему рулевого управления, а также немагнитный корпус (у большинства яхт). Это означает, что проектирование блока чувствительных элементов (ЧЭ) для яхт должно учитывать как точность ЧЭ, так и материалы, из которых могут быть изготовлены приборы.

Блок чувствительных элементов обычно состоит из компаса, эхолота, лага, ветроуказателя, креномера, энкодеров, GPS – приемника. Совокупность данных устройств позволяет определять ориентацию яхты в пространстве.

Наличие такого ЧЭ, как компас, обычно индукционный, позволяет установить на судне авторулевое устройство, а в совокупности с GPS – приемником – полноценную позиционную систему с возможностью создания навигационной системы. Навигационные системы должны поддерживать стандарт NMEA: координаты, истинный курс и др.

Так как приборы работают в среде повышенной влажности, резкой смены температур, проектирование устройств должно это учитывать. Эти системы имеют высокие характеристики износостойкости и водонепроницаемости, индикаторы отклонения от курса, мощный процессор, а также мониторы большой величины.

Морские навигационные системы для парусных яхт успешно совмещают в себе достижения всех современных технологий. Так, например, для прокладки маршрута используются сенсорные мониторы, а в качестве данных используются базовые и обновленные через интернет карты.

В работе рассмотрены основные типы чувствительных элементов парусных яхт, принципы их работы, особенности выбора и проектирования позиционных систем для судов малого водоизмещения, примеры расчета параметров прибора.

Научный руководитель : Мелешко В.В. , кандидат технических наук, доцент

УДК 535.317

Студент гр. ПГ-32м Ковальчук Ю. В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Влияние перекрестных связей на точность ММГ роторного типа

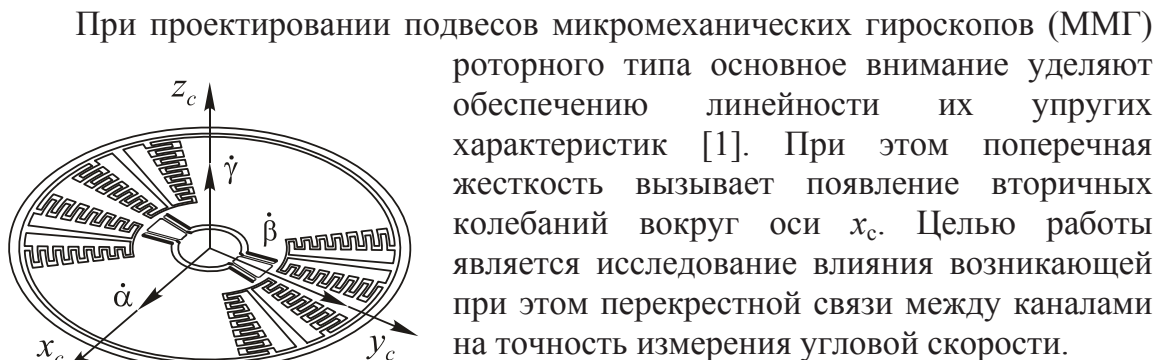


Рис. 1. Схема ММГ
роторного типа

В предположении малости амплитуд γ первичных, α и β вторичных колебаний для произвольно вращающегося основания ($\vec{U} = \{U_{xc}, U_{yc}, U_{zc}\}$) получена следующая

математическая модель ММГ:

$$\begin{aligned}\ddot{\alpha} + 2h_1\dot{\alpha} + [k_\alpha^2 + d_1(U_{yc}^2 - U_{zc}^2)]\alpha - c_1U_{zc}\dot{\beta} &= g_1U_{yc}\dot{\gamma} + g_1U_{zc}\dot{\gamma}\alpha + n_1U_{yc}U_{zc}; \\ \ddot{\beta} + 2h_2\dot{\beta} + [k_\beta^2 + d_2(U_{xc}^2 - U_{zc}^2)]\beta + c_2U_{zc}\dot{\alpha} &= g_2U_{xc}\dot{\gamma} - g_2U_{zc}\dot{\gamma}\beta + n_2U_{xc}U_{zc}; \\ \ddot{\gamma} + 2h_3\dot{\gamma} + [k_\gamma^2 + d_3(U_{xc}^2 - U_{yc}^2)]\gamma - g_3U_{yc}\dot{\alpha} - g_3U_{xc}\dot{\beta} &= q_0 \sin \lambda t + n_3U_{yc}U_{xc},\end{aligned}$$

где g_i, d_i, c_i, n_i - коэффициенты, зависящие от соотношения моментов инерции чувствительного элемента ММГ; h_i - коэффициенты затухания; $k_{\alpha, \beta, \gamma}$ - соответствующие парциальные частоты.

Для исследования влияния коэффициентов перекрестной связи на величину погрешности произведено моделирование уравнений в среде Matlab. Сформулированы требования к соотношению парциальных частот k_α и k_β , минимизирующих влияние этих связей.

Литература

В.Г. Пешехонов и др. Результаты разработки микромеханического гироскопа. В кн.: XII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам 23-25 мая 2005 г., с.268-274.

Ключевые слова: микромеханический гироскоп, перекрестная связь, парциальная частота, упругий подвес.

Бондарь П.М., к.т.н., доц., доцент кафедры ПСОН

УДК 531.383

Борейко А.В., студент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вплив неоднаковості параметрів чутливих елементів мікромеханічного гіроскопа на точність вимірювань

Для виключення впливу лінійного прискорення на вихідний сигнал мікромеханічних гіроскопів застосовується диференціальна схема побудови датчика, в якій вихідний сигнал формується як різницевий сигнал двох однакових чутливих елементів, первинні коливання яких здійснюються в проти-фазі.

Розглянутий вплив неоднаковості парціальних частот вторинних коливань $k_2^{(1)}$, $k_2^{(2)}$ та коефіцієнтів демпфірування $h_2^{(1)}$ і $h_2^{(2)}$ окремих чутливих елементів на похибки вимірювань кутової швидкості.

Згідно схеми побудови датчика (рис.1) вихідний сигнал можна записати в вигляді

$$z - z' = 2q_0\Omega\lambda(\cos(\lambda t + \phi_1)/\Delta_1 + \cos(\lambda t + \phi_2)/\Delta_2),$$

де z і z' - відповідно вихідні сигнали першого і другого чутливих елементів; Ω - вимірювана кутова швидкість; λ - частота збудження первинних коливань.

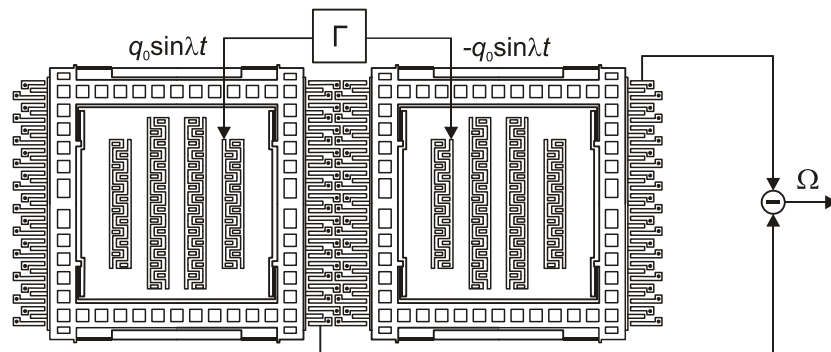


Рис. 1. Диференціальна схема мікромеханічного гіроскопа

За умови рівності парціальної частоти первинних коливань k_1^2 частоті збудження λ^2 ($k_1^2 = \lambda^2$) визначники Δ_1 та Δ_2 дорівнюють

$$\Delta_i^2 = \left[-\Omega^2 (k_2^{(i)2} - \Omega^2 - \lambda^2) - 4\lambda^2 (h_1 h_2^{(i)} + \Omega^2) \right]^2 + 4\lambda^2 \left[h_1 (k_2^{(i)2} - \Omega^2 - \lambda^2) - h_2^{(i)} \Omega^2 \right]^2$$

Отримана формула відносної похибки, викликані неоднаковістю параметрів вимірювачів на похибки вимірювання кутової швидкості.

Проведене візуальне моделювання в середовищі MatLAB Simulink підтвердило результати теоретичних досліджень.

Науковий керівник: Бондар П.М., к.т.н., доцент.

УДК 629.1.05

Крук Д.С.

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт» г. Киев, Украина*

Гирокомпас с многофункциональным интегратором

Гироскоп направления (ГН) - один из важнейших приборов для измерения курса объекта как для авиации, так и для наземного транспорта. Большинство ГН используют пропорциональную (позиционную) горизонтальную коррекцию и аналитически полученный сигнал для азимутальной коррекции. Недостатком такого ГН является повышенный уход на качке, вираже, при ускорениях объекта из-за возмущения маятника системы коррекции ускорениями движения, а также азимутальный уход из-за неточности определения сигнала азимутальной коррекции.

Рассматривается применение интегратора для точного определения сигнала азимутальной коррекции при запуске прибора, а затем его включение в контур горизонтальной коррекции. Горизонтальная коррекция с интегратором может быть настроена на период колебания маятника Шулера. Такая настройка дает известный положительный эффект невозмущаемости относительными ускорениями движения объекта, используемый в инерциальных системах. Кроме того, такая система горизонтальной коррекции, как и в инерциальных системах, дает возможность получить информацию о составляющей скорости движения объекта в направлении оси кинетического момента. Если вектор кинетического момента выставлен на север, то это будет северная составляющая скорости.

В режиме подготовки на первом этапе интегратор включен в контур азимутальной коррекции. При азимутальной выставке по корпусу объекта запоминается сигнал азимутальной коррекции на выходе интегратора и далее используется в азимутальной коррекции. После этого интегратор переключается в цепь горизонтальной коррекции. Целесообразно использовать интегрально-позиционную коррекцию, которая обеспечивает более высокую точность горизонтирования по сравнению с применяемой пропорциональной коррекцией.

Ключевые слова: гироскоп направления, многофункциональный интегратор, интегрально-позиционная коррекция

Научный руководитель: Мелешко В.В., к. т. н., доцент

УДК 62-531.4

*Сидоров Д.Г., студент**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»***Голосовое управление**

В зависимости от области применения приборов, задача управления может реализовываться различными способами. Одной из новинок применения есть система голосового управления, которая позволяет заменить устройство передачи информации человеческой речью.

В режиме диалога голосовая команда обрабатывается системой распознавания речи. После выполненных операций осуществляется обратная связь с пользователем через синтезатор речи. Технологии распознавания речи базируются на выделении из речи лексических элементов, фонем и аллофонов. Существует два основных метода выделения лексических элементов. Первая методика предполагает использование дискретного преобразования Фурье, где входной сигнал раскладывается на периодические функции, в результате получаем амплитудный спектр и информацию о фазе сигнала. Вторая методика основана на применении вейвлет-преобразований. Этот метод исключает потерю информации, но является более сложным при технической реализации. В обеих технологиях выполняют предварительную обработку звукового сигнала. В ходе обработки удаляются шумы и посторонние сигналы, частотный спектр которых находится вне спектра человеческой речи. Это достигается при помощи аналоговых и цифровых полосовых фильтров. Помимо спектральных характеристик учитывают и динамические параметры речи. Для этого используют дельта-параметры, представляющие собой производные по времени от основных параметров, это позволяет отслеживать не только речевые характеристики, но и скорость их изменения.

Технология голосового управления, относительно новое направление и представляет большой интерес для приборостроения. На сегодняшний день технология находится в стадии совершенствования и доработок.

Научный руководитель: Павловский А.М., ассистент

УДК 535.1

Нелепов В.А., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Дослідження методики визначення магнітних девіацій

Магнітне поле (МП) в будь-якій точці об'єкту є сумою магнітного поля Землі (МПЗ) та магнітного поля об'єкту і описується рівняннями Пуассона:

$$\begin{aligned} X' &= X + aX + bY + cZ + P; \\ Y' &= Y + dX + eY + fZ + Q; \\ Z' &= Z + gX + hY + kZ + R; \end{aligned} \quad (1)$$

де X', Y', Z' - проекції вектору напруженості сумарного магнітного поля на осі, пов'язані з об'єктом; X, Y, Z – складові вектору напруженості МПЗ; $a, b, c, \dots, k$ – параметри Пуассона; P, Q, R – проекції напруженості магнітотвердого заліза.

Виходячи з цього, на реальному об'єкті можливо виміряти виключно сумарне магнітне поле.

Для коректного використання магнітного компасу здійснюють девіаційні роботи, що знижують девіацію до прийнятних значень. Залишкову девіацію компенсують спеціальними девіаційними приладами або враховують за відомими формулами.

Існують методики, які не передбачають застосування компенсаційних елементів. Натомість використовується спеціальна методика для автоматичного визначення та врахування залишкової девіації, у принцип якої покладено калібрування по еліпсу. Недоліком цієї методики є обмеженість її використання при відхиленні вимірювальних осей від площини горизонту. Дана методика визначення та врахування девіації шляхом калібрування по еліпсоїду дозволяє вирішити цю проблему.

Згідно з методикою, вираз суми складових моделі (1) геометрично інтерпретується як рівняння еліпсоїда. Калібрування полягає у перетворенні рівняння еліпсоїда у рівняння сфери, яке характеризує відкалібровані сигнали магнітометрів без збурюючих факторів.

Для реалізації методики необхідно провести ряд вимірів проекцій напруженості МП на осі магнітометра при різних положеннях об'єкту та провести відповідні обчислення.

Результати проведеного моделювання описаної методики показали певні її характерні особливості.

Ключові слова: магнітне поле Землі, параметри Пуассона, девіація

Наук. керівник: Мелешко В.В., доцент, к.т.н..

УДК

*Бабич О.О. , студент**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна***Електронно-іонний акселерометр**

З розвитком молекулярної електроніки відкрилися нові можливості у створенні мініатюрних вимірювачів інерційного руху. Подібні прилади будуються на основі молекулярно-електронного перетворювача [1] , який в свою чергу складається з електронної комірки , яка розміщена в концентраті електроліту . Між анодом і катодом комірки прикладається різниця потенціалів (до 9В). Під дією зовнішніх факторів (зміни швидкості, прискорення) відбувається зміщення носіїв струму гідродинамічним потоком рідини , що приведе до зміни струму в системі і зовнішньому електричному ланцюзі .

Перевага таких приладів полягає в тому , що можна шляхом зміни параметрів електронного ланцюга досягнути того , щоб вихідний сигнал у широкому діапазоні частот був пропорційний кутовій швидкості або кутовому прискоренню. Цей прилад також спроможний виміряти постійне лінійне прискорення . Його шумові та динамічні характеристики не поступаються аналогам : чутливість складає 1 В/г , коефіцієнт нелінійних спотворень - 0.5% , а величина нестабільності нульового зміщення - $2.5 \mu\text{г}$.

Електронно-іонний акселерометр в смугі 0-50 Гц за своїми шумовим характеристикам в даний час набагато випереджає кращі з мікромеханічних акселерометрів і при таких же малих габаритах дозволяє більш точно вимірювати кутове прискорення. Цей прилад може бути задіяний як вимірювач динамічних характеристик у високоточній зброї так і при керуванні безпілотних літальних апаратах.

В роботі розглянуті основні схеми побудови , принцип дії , конструктивні особливості та основні похибки , проведено порівняння технічних характеристик даного приладу з характеристиками мікромеханічних акселерометрів.

Ключові слова : електронно-іонний акселерометр, молекулярно-електронний перетворювач , електронна комірка .

Література : 1. Егоров Е.В. «Перенос заряда в электрохимическом акселерометре при изменении концентрации активного компонента на электродах» [2013]

Науковий керівник : Мироненко П.С. , кандидат технічних наук, доцент

УДК 531.383

*Попов О.С., Колесников Д.М., студенти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Молекулярно-електронний вимірювач кутових прискорень

Інерційні датчики параметрів руху знайшли широке застосування у ряді технічних областей, таких як сейсмологія, сейсмозв'язка, системи моніторингу висотних будівель, гребель, інших споруд, охоронні системи, системи автомобільної безпеки та ін.. Серед сучасних тенденцій слід виділити все більш широкий розвиток сенсорних мереж. Новим кроком у розвитку мініатюрних приладів вимірювання параметрів руху об'єктів є використання досягнень молекулярної електроніки (MET – molecular-electron transfer).

В основі дії сучасних високоточних кутових мікроакселерометрів, що базуються на молекулярно-електронному переносі, закладено принцип дифузійного переносу заряду в умовах вимушеної конвекції, що виникає під дією зовнішнього прискорення. Найважливішою перевагою перетворювачів, що створені на цій базі, є виключно висока крутість вихідної характеристики, тобто залежність величини сили інерції, яка діє на чутливий елемент, і електричного струму в вимірювальному контурі.

Прилад представляє собою заповнений робочою рідиною корпус, в середині якого розташована пориста перетворююча діафрагма з струмознімачами - електродами та пружний елемент-сильфон із закріпленою на ньому інертною масою. При дії на прилад механічних коливань відбувається стиск або розтягування сильфона. Це приводить до протікання робочої рідини через перетворюючу діафрагму, появи на електродах заряду, пропорційного діючому прискоренню.

На сьогодні цілий ряд приладів розроблено на основі MET-технології. Вони знайшли своє місце при виробництві різних приладів виміру параметрів механічного руху, у тому числі при визначенні кутових швидкостей та прискорень об'єктів, що рухаються.

В цілому задача створення малогабаритних вимірювачів параметрів руху, здатних задовольнити сукупності вимог, таких як низька вартість, мале енергоспоживання, привабливі масогабаритні і динамічні характеристики і, головне, точність вимірювання, не має рішення, яке б задовольняло розробників сенсорних систем. У зв'язку з цим постає питання створення нової елементної бази – сенсорів, котрі могли б характеризуватись необхідною сукупністю заданих властивостей. Такий напрямок, як побудова приладів на основі молекулярної електроніки, здатний вирішити дану задачу.

Мироненко П.С., к. т. н., доц.

УДК 617.7

*Терещенко О. В., студентка, Венцурик А. В., студент
НТУУ «Київський політехнічний інститут»*

Недоліки сучасних проекційних периметрів та шляхи їх усунення

Периметрія застосовується для ранньої діагностики первинної глаукоми та інших захворювань, що обмежують поле зору ока людини. Проте, при обстеженні периферійних областей поля зору за допомогою периметрів існують деякі проблеми, обумовлені фізіологічними особливостями досліджуваної особи (наявністю носа, надбрів'я, виличної кістки), що звужують обстежувану область. Для їх вирішення застосовують розширення меж обстежуваного поля в проблемних напрямках. Можна виділити два способи розширення: перший – обстеження зі зміщенням точки фіксації погляду (тест "водіння"), другий – розміщення світлових стимулів у безпосередній близькості від ока (наприклад, між оком і носом).

Периметри, які включають півсферичний екран для представлення на його поверхні світлових стимулів і фіксаційних оптичних міток, мають наступний загальний недолік, що звужує їх функціональні можливості. При зсуві точки фіксації пацієнт повинен переводити погляд на заданий кут, тобто доводиться напружувати м'язи ока, що призводить до швидкого стомлення, розсіювання уваги та зниження вірогідності результатів дослідження, а також збільшення часу обстеження. Ця проблема вирішується за рахунок розташування місць пред'явлення стимулів в безпосередній близькості від ока, тобто між оком і «перешкодою» (носом, вилицею, надбрів'ям) під великим кутом до центральної оптичної осі. Практична реалізація цього методу ускладнена у зв'язку з тим, що фізіологічні (оптичні) характеристики ока не дозволяють забезпечити ясне бачення на відстані ближче 100 мм.

Ліквідація цієї проблеми досягається тим, що пристрій для дослідження периферійних областей поля зору з демонстраційним екраном для пред'явлення світлових стимулів розміщують дзеркало, що забезпечує стимуляцію периферійних областей поля зору відображеними в ньому світловими стимулами, і щиток, що виключає можливість одночасної стимуляції світловими стимулами, пред'явленими на демонстраційному екрані, і ними ж, відображеними в дзеркалі.

Отже, розширення меж обстежуваного периферійного поля зору здійснюється за рахунок пред'явлення світлових стимулів не безпосередньо, а відбитих від дзеркала, при цьому від прямої стимуляції очей закриває щиток.

Науковий керівник: Безугла Н. В., асистент

УДК 681.674

*Шекольян А.А. , студент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Объемная печать в приборостроении

В приборостроении прототипирование применяют на этапе проектирования корпусов приборов и подобных элементов. Прототип позволяет проверить установку необходимых элементов, дизайн корпусов, технологичность изделий и многие другие моменты, перед тем, как перейти на этап изготовления дорогостоящей оснастки или серийного изготовления.

Простое, быстрое и экономически выгодное прототипирование и изготовление приборов возможно с помощью технологий 3D – печати. 3D – печать может осуществляться разными способами, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твердого объекта.

Данная технология позволяет создавать объекты из различных материалов, таких как акрил, цемент, пластик, эпоксидные смолы, гипс, воск, деревянное полотно, сталь, титан, серебро, нейлон, других полимеров. Точность готовых изделий может достигать до десятков микрон. Преимущество данного метода получения элементов приборов – изготовление деталей за одну операцию. Это значительно упрощает, ускоряет технологический процесс, и даже, в некоторых случаях удешевляет его.

3D – печать развивается с каждым днем семимильными шагами: повышается точность, изменяются габариты станков, увеличивается скорость выполнения операций, сокращается стоимость.

Многие предприятия, специализирующиеся на высокотехнических производствах, такие как Airbus, Ferra Engineering, Made in Space, NASA, Korecologic используют данные приемы.

В работе рассмотрены основные типы объемной печати, их особенности, проведено сравнение станков, возможность применения данной технологии в навигационных системах, приведен пример применения.

Научный руководитель : Мелешко В.В. , кандидат технических наук, доцент

УДК 53.087

*Рупіч С. С., студент, Свердлов Р. Ю., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Розробка діагностичного серверу для системи моніторингу

Системи контролю та моніторингу технічного стану складних інженерних споруд, резервуарів з небезпечним для довкілля речовинами, рухомих об'єктів надзвичайно важливі для надійної та безпечної експлуатації в умовах дії різних руйнуючих факторів, динамічних та фізичних навантажень.

Багатоканальний інформаційно-діагностичний комплекс для моніторингу, який організований на базі стаціонарного встановлення первинних перетворювачів різного типу, забезпечує безперервний збір і зберігання інформації, дає можливість аналізувати дані вимірювання та приймати своєчасні рішення про характер та доцільність подальшої експлуатації об'єкта в реальному часі. Важливою особливістю технічного моніторингу є його комплексність, тобто використання різноманітних методів та засобів контролю для забезпечення повноти та достовірності визначення технічного стану об'єкта: визначення поточних значень статичних відхилень та динамічних характеристик елементів конструкції об'єкту; контроль вібраційних характеристик; параметрів навантажень. Такі системи виявлення будуть мінімізувати потребу у періодичному контролі й оцінці стану, або, принаймні, фокусувати цей контроль до певних областей механізму, де пошкодження було позначено.

Масив інформації, що отримується з датчиків, зазвичай, має нелінійний характер. Щоб задовольнити вимогам забезпечення високого рівня вірогідності локалізації дефектів та розпізнання поточного технічного стану, пропонується застосувати штучні нейронні мережі, на базі яких розробляється класифікатор та керуючий модуль системи керування. Нейронні мережі здатні виконувати недоступні для традиційної математики операції обробки, порівняння, класифікації образів, можливість самонавчання та самоорганізації. Такий підхід дозволить створити нову потужну інтелектуальну систему.

Важливим є вибір елементів для блоку діагностичного сервера, оскільки система моніторингу включає в себе велику кількість датчиків. Можна використовувати обчислювальні можливості ПК/ноутбука, для цього дані з датчиків подаються через зовнішній блок АЦП/ЦАП на комп'ютер, або обробляти інформацію за допомогою сучасних мікроконтролерів, оскільки вони мають достатню швидкість та обчислювальні можливості.

Науковий керівник: Бурау Н. І., д.т.н., професор

УДК 531.383

Косяк М.Р., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Скалярна калібровка бінс

Безплатформенні інерціальні навігаційні системи (БІНС) широко використовуються для автономного визначення координат рухомих об'єктів. Для передстартової підготовки БІНС необхідно проводити її калібрування. Існують різні методи калібрування, однак для проведення калібрування на борту краще за все використовувати метод скалярного калібрування, де як еталон вимірюваної величини приймають не вектор, а скалярну величину. У гравітаційному полі Землі для гіроскопів такою скалярною величиною буде кутова швидкість обертання Землі Ω , а для акселерометрів – величина прискорення сили тяжіння g .

Згідно з методом, слід вирахувати скалярну величину вектора вимірювань і порівняти його з відомим скалярним значенням вимірюваного вектора. Після перетворень, які описані в роботі [1], отримаємо для тріади гіроскопів:

$$\frac{1}{2}(u_{xg}^2 + u_{yg}^2 + u_{zg}^2 - 1) = (b_{xg} + n_{xg})\bar{\Omega}_x + (b_{yg} + n_{yg})\bar{\Omega}_y + (b_{zg} + n_{zg})\bar{\Omega}_z + e_{xg}\bar{\Omega}_x^2 + e_{yg}\bar{\Omega}_y^2 + e_{zg}\bar{\Omega}_z^2 + (\delta_{xz_g} - \delta_{yz_g})\bar{\Omega}_x\bar{\Omega}_y + (\delta_{zy_g} - \delta_{xy_g})\bar{\Omega}_x\bar{\Omega}_z + (\delta_{yx_g} - \delta_{zx_g})\bar{\Omega}_y\bar{\Omega}_z.$$

Аналогічно отримаємо і для акселерометрів:

$$\frac{1}{2}(u_{xa}^2 + u_{ya}^2 + u_{za}^2 - 1) = (b_{xa} + n_{xa})\bar{g}_x + (b_{ya} + n_{ya})\bar{g}_y + (b_{za} + n_{za})\bar{g}_z + e_{xa}\bar{g}_x^2 + e_{ya}\bar{g}_y^2 + e_{za}\bar{g}_z^2 + (\delta_{xz_a} - \delta_{yz_a})\bar{g}_x\bar{g}_y + (\delta_{zy_a} - \delta_{xy_a})\bar{g}_x\bar{g}_z + (\delta_{yx_a} - \delta_{zx_a})\bar{g}_y\bar{g}_z.$$

Пропонується, кути повороту основи для скалярного калібрування задавати у вигляді кватерніонів. Таким чином, переходом від кутів Ейлера-Крилова вдається уникнути проблем виродження матриць при проведенні необхідних обчислень.

Ключові слова: БІНС, гіроскоп, акселерометр, калібрування

Література

1. Аврутов В.В. О скалярной калибровке блока гироскопов и акселерометров. / Вісник «КПІ», серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2010. – Випуск 40. – С.10-17.

Науковий керівник: Аврутов В.В. к.т.н., доцент