**"Гироскопия и навигация" №2 (49), 2005**

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.Г.Пешехонов** | **"Электроприбор" и развитие отечественной гироскопии и морской навигации"** | **3** |
| Кратко рассмотрена история развития работ института по гироскопии и автономной морской навигации. Показано, что эволюционное развитие гироскопов и инерциальных навигационных систем обеспечило разработку в 50-х - 80-х годах XX века трех поколений навигационных комплексов. Описаны последние работы ЦНИИ "Электроприбор", охватывающие весь спектр точностей современной гироскопии. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ю.Г.Мартыненко, А.М.Формальский** | **Методы стабилизации неустойчивых объектов** | **7** |
| Исследуются неустойчивые режимы движения робототехнических систем с дефицитом числа управляющих воздействий и ограниченными ресурсами управления. Цель работы состоит в разработке методов синтеза управления, стабилизирующего желаемый режим работы и обеспечивающего максимальную область притяжения. При изучении неустойчивых робототехнических систем использовалась теория систем автоматического управления, компьютерные методы (системы аналитических вычислений Mathematica, MatLab, численные эксперименты с дифференциальными уравнениями изучаемых систем, компьютерная анимация), проводились эксперименты с изучаемыми робототехническими объектами. Уравнения движения колесных роботов составлены с помощью аппарата неголономной механики при допущении об отсутствии проскальзывания в точке соприкосновения колеса с подстилающей поверхностью. В результате исследований предложен алгоритм выбора коэффициентов обратной связи, обеспечивающий максимальную область притяжения, заданную скорость затухания переходных процессов. Решены задачи синтеза управления маятником, который стабилизируется маховиком, плоским движением моноцикла, одноколесным роботом с гироскопической системой стабилизации, а также двухколесным велосипедом с гиростабилизатором. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **О.И.Федоскин** | **Неинвариантные алгоритмы обработки информации для БИНС летательного аппарата** | **19** |
| Рассматривается подход к оптимизации алгоритмов для авиационных бесплатформенных инерциальных систем (БИНС) на основе учета динамических свойств объекта - летательного аппарата. Предлагается методика построения таких алгоритмов для авиационных БИНС и проводится их сравнение с классическими на предмет потенциальной точности. Для оценки эффективности предлагаемого подхода проведено численное исследование. Выполнялось решение уравнений для дисперсионных матриц вектора состояния. При моделировании была использована модель гипотетического самолета при его прямолинейном горизонтальном движении, а также при выполнении виража и змейки. Показано, что использование информации о динамических свойствах объекта позволяет заметно повысить точность определения навигационных параметров, особенно параметров углового положения. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **С.П.Дмитриев, Д.А.Кошаев** | **Информационный контроль и диагностика дублированных инерциальных систем** | **30** |
| Дублирование инерциальных систем в составе автономного навигационного комплекса может быть использовано не только для повышения точности, но и для решения задачи контроля и диагностики (КД) информационных отказов. Под такими отказами понимаются ситуации, связанные с невыполнением требований к точности выработки навигационных параметров при отсутствии признаков отказа аппаратуры. В статье рассматривается задача КД информационных нарушений, возникающих в НК минимальной избыточности, в состав которого входят две ИНС, демпфируемые по данным относительного лага. Предполагается, что нарушения состоят в увеличении погрешности чувствительных элементов (ЧЭ) ИНС: гироскопов и акселерометров, до уровня, превышающего номинальные характеристики. Факт возникновения информационного нарушения ИНС выявляется из разностей выходных сигналов двух ИНС, входящих в состав НК. Однако в отличие от случая трех ИНС для НК с двумя ИНС разности показаний не позволяют непосредственно ответить на вопрос о "номере" ИНС с нарушением и здесь требуется привлекать внешнюю информацию (например, от относительного лага) или обеспечивать различную ориентацию измерительных осей ЧЭ в системах с принудительным вращением платформы.  Для решения задачи КД предложено использовать метод многоальтернативной фильтрации с измерениями, представляющими собой вторые производные разностей перемещений объекта и производную разности курсов, вырабатываемых двумя ИНС. Показано, что при использовании таких измерений повышается чувствительность к появлению нарушений и для них могут применяться достаточно простые модели. Алгоритм решения сводится к построению банка фильтров Калмана, каждый из которых работает в предположении о реализации одной из гипотез о нарушении в конкретном ЧЭ. Результатами решения являются вероятности гипотез и оценки нарушений в ЧЭ.  Представлены результаты моделирования и экспериментальной проверки, демонстрирующие возможность определения нарушения в пределах нескольких минут от момента его возникновения и точность оценки нарушения, позволяющую проводить компенсацию нарушения в ИНС. С помощью моделирования показана эффективность несложных вычислительных процедур восстановления ИНС после нарушений. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.А.Тупысев** | **Гарантированное оценивание состояния динамических систем в условиях неопределенности описания возмущений и ошибок измерений** | **47** |
| Рассматривается аналитический метод получения гарантированных оценок в случае параметрической неопределенности в описании возмущений и ошибок измерений. Приводятся условия для настройки фильтра Калмана, обеспечивающие такое оценивание. Отмечается, что в некоторых случаях для сложных моделей параметры настройки приходится выбирать вне зоны неопределенности параметров. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.Л.Солунин, Б.Г.Гурский, Э.П.Спирин** | **Корреляционно-экстремальные системы для высокоточной навигации летательных аппаратов и компьютерной диагностики сложных заболеваний** | **56** |
| Создание высокоточных систем наведения беспилотных летательных аппаратов в первую очередь предполагает создание бортовых и наземных информационных систем, включающих в себя специальные системы обработки изображений. К ним прежде всего относятся бортовые инерциальные и спутниковые навигационные системы, корреляционно-экстремальные и спутниковые навигационные системы навигации по геофизическим полям, а также наземные системы обработки разведывательной видеоинформации, выработки целеуказания и подготовки эталонной информациею. Для реализации таких систем созданы аппаратно-программные комплексы, включающие в себя датчики информации, системы обработки информации и связи. Испытания высокоточных навигационных систем методами математического моделирования, полунатурных стендовых и летных испытаний показали высокую эффективность систем в различных условиях эксплуатации. Разработанные методы анализа изображений с помощью корреляционно-экстремальных алгоритмов и нейроноподобных сетей позволили не только решить проблему высокоточной навигации беспилотных летательных аппаратов, но и создать современные медицинские компьютерные системы диагностики сложных заболеваний зрительного нерва, предстательной железы, молочной железы, черепно-лицевой области. Созданные диагностические системы являются результатом прямого внедрения методов, разработанных для высокоточных систем управления, и позволяют существенно повысить эффективность ранней диагностики и лечения сложных заболеваний при резком сокращении времени постановки диагноза. Компьютерные диагностические системы установлен в ряде ведущих медицинских центров страны и в настоящее время проходят медико-технические испытания. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **А.Ю.Феоктистов, К.Г.Шупен** | **Результаты экспериментальных исследований аппаратуры мониторинга состояния спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS** | **62** |
| Приводятся результаты экспериментальных исследований разработанной в Российском институте радионавигации и времени аппаратуры мониторинга состояния спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Основной задачей данной аппаратуры является оперативное обнаружение факта аномальности работы отдельных спутников систем ГЛОНАСС и GPS в моменты времени, когда эти спутники официально являются пригодными к использованию для предоставления потребителям стандартных услуг определения координат и времени. В случае обнаружения такого факта аномальности, аппаратура формирует специальные сообщения, которые предполагается передавать в центры управления систем ГЛОНАСС и (SPS. а также другим заинтересованным организациям и, возможно, потребителям. Экспериментальные исследования проводились как с использованием специально разработанной программы, имитирующей различного рода нарушения в работе спутников путем искажения информации, поступающей с приемника сигналов ГЛОНАСС/GPS на вход блока анализа аппаратуры мониторинга, так и в реальных условиях работы аппаратуры в период с января по июль 2004 г. При анализе результатов проверялись следующие основные характеристики аппаратуры: I)правильность реакции аппаратуры мониторинга на нарушения в функционировании отдельных спутников, приводящих к снижению точности предоставляемых потребителям стандартных услуг; 2) оперативность обнаружения нарушений в работе отдельных спутников; 3) достоверность контроля (вероятность правильного обнаружения, "ложной тревоги" и "пропуска"). В результате экспериментальных исследований была подтверждена пригодность предложенного алгоритма мониторинга состояния спутниковых навигационных систем и получены численные оценки основных характеристик аппаратуры. Оперативность выявления нарушений в paooie отдельных КА (в зависимости от типа нарушения) составило от 15-30 секунд до нескольких минут, при вероятности правильного обнаружения -0.99. "ложной тревоги" -0.01 и "пропуска" -0.001. что в целом соответствует современным требованиям в области контроля функционирования навигационных спутниковых систем. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Г.И.Емельянцев, Б.Е.Ландау, С.Л.Левин, С.Г.Романенко** | **Калибровка дрейфов инерциальной системы ориентации на электростатических гироскопах по данным астровизирующего устройства в условиях космического аппарата** | **69** |
| Рассматривается алгоритм решения задачи коррекции углового положения и калибровки коэффициентов модели ухода (КМУ) электростатических гироскопов (ЭСГ) бортовой бескарданной инерциальной системы ориентации (БИСО) с использованием информации астровизирующего устройства (АВУ) в условиях орбитального космического аппарата (КА).  Для совместной обработки данных ЭСГ и АВУ используется алгоритм обобщенного фильтра Калмана 23-го порядка с обратной связью по всему вектору состояния системы. Особенностью рассматриваемого решения задачи коррекции положения и уточнения КМУ ЭСГ является учет нелинейности ряда коэффициентов модели, а также учет погрешностей привязки измерительных осей БИСО и АВУ. Оценки погрешностей прогнозирования уходов ЭСГ первоначально вычисляются в квазиинерциальной системе координат, совпадающей в моменты поступления данных от АВУ (моменты коррекции положения ЭСГ) с гироскопической ортогональной системой координат, т.е. дискретно учитывающей прецессию гироскопического трехгранника.  Приводятся данные имитационного моделирования рассматриваемой задачи при угловых колебаниях КА. | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Д.П.Лукьянов, А.А.Тихонов, Ю.В.Филатов, А.Г.Поваляев, С.Ю.Шевченко, И.В.Попова, А.М.Лестев, М.А.Лестев, В.В.Новиков, М.С.Вершинин** | **Разработка и оптимизация схемы построения микроакселерометра на поверхностных акустических волнах. Часть I** | **79** |
| Приводятся результаты разработки и оптимизации микроакселерометра на поверхностных акустических волнах. Построена его математическая модель, выполнены аналитические расчёты и конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния чувствительного элемента с целью оценки характера распределения поверхностных деформаций и выбора оптимальной формы консоли. Оценены основные технические характеристики микромеханического акселерометра. Рассмотрены возможности технологической подстройки его параметров и микрокорпусирования. | |  |

**Международная общественная организация  
"Академия навигации и управления движением"  
*Официальная информация***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **О.А.Степанов** | **Состояние, перспективы развития и применения наземных систем навигации для подвижных объектов** | **95** |
| Анализируется состояние, перспективы развития и применения наземных навигационных систем для различных типов подвижных наземных объектов. Отмечается, что современные навигационные системы традиционного применения (для морских объектов, летательных и космических аппаратов), как правило, представляют собой интегрированные навигационные комплексы, в состав которых входит приемная аппаратура спутниковых данных, инерциальные датчики и вычислители, обеспечивающие реализацию алгоритмов комплексной обработки всех имеющихся измерений с целью получения максимальной точности определения навигационных параметров при заданном составе аппаратуры. Это в полной мере справедливо и для навигационных систем наземного применения. Однако здесь можно выделить ряд специфических особенностей: превалирующая роль на сегодняшний день спутниковых навигационных систем; широкомасштабное внедрение и использование цифровой высокоточной картографической информации; интеграция средств навигации и связи, включая Интернет; необходимость обеспечения решения задачи навигации внутри помещений. Отмеченные особенности подробно обсуждаются применительно к таким объектам как: железнодорожные составы, автомобили, сельскохозяйственная техника, пешеходы, объекты, перемещающиеся внутри помещений. | |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **5-я Азиатская конференция по проблемам управления** | **121** |

**Новые книги**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **О книге В.Э.Джашитова, В.М.Панкратова "Датчики, приборы и системы авиакосмического и морского приборостроения в условиях тепловых воздействий"** | **123** |  |

**Информация**

|  |  |
| --- | --- |
| **Российские и международные конференции, симпозиумы и выставки** | **125** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Рефераты публикуемых статей** | **127** |

|  |
| --- |
| **Решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации от 17 октября 2001 г. журнал "Гироскопия и навигация" включен в "Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук"  (Бюллетень ВАК Минобразования РФ, 2002, № 1).** |