**"Гироскопия и навигация" №1 (36), 2002**

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Б.В.Шебшаевич** | **Основные тенденции развития аппаратуры потребителей глобальных навигационных спутниковых систем** | **3** |
| Анализируются тенденции, сложившиеся на мировом рынке аппаратуры потребителей Глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). С точки зрения мировых тенденций развития массовой аппаратуры потребителей обсуждаются состояние и проблемы ГНСС ГЛОНАСС. Делается вывод о том, что утвержденная Правительством РФ в 2001 г. Федеральная целевая программа "Глобальная навигационная система" в полной мере учитывает современные тенденции развития аппаратуры потребителей и позволяет рассчитывать на развитие и интеграцию системы ГЛОНАСС в мировой рынок ГНСС. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Л.П.Несенюк** | **Бесплатформенные инерциальные системы. Обзор состояния и перспектив развития** | **13** |
| Рассмотрены основные тенденции в разработке бесплатформенных инерциальных систем (БИНС) в течение двух последних десятилетий. За это время удалось решить две главные проблемы, определяющие возможность создания высокоточных БИНС для авиации, а затем и других областей применения. Этими проблемами являлись: создание гироскопов навигационного класса точности, пригодных для БИНС, и компактного бортового вычислителя с высоким быстродействием и достаточной памятью. Первая проблема была решена благодаря созданию лазерных гироскопов, вторая -- за счет стремительного развития средств вычислительной техники. Прогресс последних лет в значительной мере связан с интеграцией БИНС и приемкой аппаратуры глобальных спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС. Обзор современного состояния и ближайшей перспективы развития БИНС в России и за рубежом показывает, что целью новых разработок является не столько повышение точности, сколько улучшение эксплуатационных характеристик и снижение стоимости. В этом направлении значительный прогресс ожидается за счет использования волоконно-оптических и микромеханических гироскопов. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **О.А.Степанов** | **Интегрированные инерциально-спутниковые системы навигации** | **23** |
| Исследуются особенности интегрированных систем навигации, основанных на комплексном использовании данных, вырабатываемых спутниковыми и инерциальными средствами. Обсуждаются возможные варианты их построения и проводится сопоставительный анализ систем различных типов. Значительное внимание уделяется специфике решения задачи ориентации в интегрированных системах. Анализируется опыт ведущих фирм, накопленный при разработке и применении интегрированных систем различного назначения. Статья носит обзорный характер. При ее подготовке наряду с прочими использованы материалы сборника статей и докладов "Интегрированные инерциально-спутниковые системы навигации", выпущенного в конце 2001 в ГНЦ РФ "Электроприбор" 2001. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ю.С.Александров** | **Вычисление квантилей радиального отклонения при нормальном и близком к нормальному рассеивании на плоскости** | **46** |
| Предлагается метод вычисления квантили произвольного порядка радиального отклонения при нормальном несмещенном рассеивании на плоскости. Показано, что квантиль порядка *P* может быть представлена в виде произведения корня квадратного из половины следа корреляционной матрицы *Q*двухмерного вектора отклонения от заданной точки, квантили того же порядка корня квадратного из случайной величины, имеющей c2-распределение, и некоторой функции *k*, зависящей от *P* и параметра l. Последний определяется следом и детерминантом матрицы *Q*. Значение l=0, при котором *k*º1, соответствует круговому нормальному рассеиванию и приводит к известной формуле для расчета квантили в этом простом случае. Для других значений l и различных *P* приведена таблица значений *k*, с помощью которой могут быть построены приближенные формулы для квантили. На базе полученной зависимости предложен метод уточнения квантили для случая, когда рассеивание отличается от нормального, но близко к нему. Результаты предназначены для построения оценок точности наведения и навигации. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **С.Г.Кучерков** | **Определение необходимой степени вакуумирования рабочей полости осциллятора микромеханического гироскопа** | **52** |
| Чувствительность микромеханического прибора (ММГ) существенно зависит от реализованной добротности осциллятора (Q-фактора). Как правило, осциллятор ММГ помещают в герметичный вакуумированный корпус. Расчетные оценки Q-фактора в зависимости от степени вакуумирования практически отсутствуют. В статье представлены результаты анализа и статистической оценки экспериментально полученных зависимостей Q-фактора от давления окружающей среды для кремниевых микроосцилляторов. Показано, что для обеспечения Q≥104 давление окружающей среды не должно превышать 0,01 Торр. Достижение уровня Q≥105 в реальных конструкциях ММГ представляется проблематичным вследствие влияния внутреннего трения и взаимодействия переменных электрических полей. |  |

**Доклады VIII Санкт-Петербургской международной конференции
по интегрированным навигационным системам**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **В.Г.Пешехонов, Л.П.Несенюк, Л.П.Старосельцев, Б.А.Блажнов, А.С.Буравлев** | **Гирогоризонткомпас на волоконно-оптических гироскопах с вращением блока чувствительных элементов** | **57** |
| Рассмотрены конструкция и первые результаты испытаний гирогоризонткомпаса на волоконно-оптических гироскопах с вращением блока чувствительных элементов. Вращение инерциальных датчиков используется для повышения точности примененных волоконно-оптических гироскопов, которые без автокомпенсации ошибок вращением не обеспечивают требуемую точность гирокомпасирования. Вращающаяся сборка помимо волоконно-оптических гироскопов ВГ 951 и акселерометров АК 10/4 со встроенной микро-электроникой включает в себя также набор электронных цифровых плат, выполненных в стандарте РС-104, которые образуют бортовую микроЭВМ. Сборка установлена на поворотном столе с безредукторным приводом, управ-ляемым от микроконтроллера, подключенного к бортовой микроЭВМ через последовательный порт. Результаты первых испытаний подтвердили достижение точности курсоуказания, близкой к оценке, полученной ранее моделированием. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **М.Мандт, К.Гейд, Б.Ялвинг** | **Комплексная обработка измерений от дифференциальной спутниковой и высокоточной акустической систем позиционирования и данных от инерциального модуля в автономном подводном аппарате HUGIN 3000** | **63** |
| Представлена навигационная система для автономных подводных аппаратов (АПА) серии HUGIN. Описаны инерциальные и корректирующие датчики. Особое внимание уделено акустической системе позиционирования. Приведены уравнения фильтрации Калмана, использованные в HUGIN. Обсуждены проблемы, вызванные задержкой одних измерений относительно других, и способы их решения. Приведены результаты эксперимента, подтверждающие достигнутую точность системы. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Г.Элкаим, Б.Паркинсон** | **Идентификация модели катамарана для высокоточного управления по данным GPS при стабилизации на заданной траектории** | **75** |
| Для проверки работоспособности системы идентификации, созданной на основе GPS, для прецизионного управления были проведены эксперименты на базе модифицированного катамарана Prindle-19. На нем были установлены датчики и приводы для определения динамических характеристик. С предварительно установленным тяговым двигателем вместо паруса и балластом были проведены испытания по идентификации модели катамарана. На основании результатов испытаний был синтезирован линейно-квадратичный закон управления. Точность стабилизации на траектории была высокой, значение среднеквадратической ошибки при этом не превышала 0,15 м. Затем система была испытана с штатным парусом-крылом, заменившим тяговый двигатель. Точность стабилизации на прямолинейной траектории была на том же уровне, значение среднеквадратической ошибки не превышало 0,3 м несмотря на то, что отклонение скорости ветра от номинальной величины составляло более 50%. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **У.Шрайбер, М.Шнайдер, А.Великосельцев, Дж.И.Стедман, В.Шлютер** | **Очень большие кольцевые лазеры** | **88** |
| Кольцевые лазеры (КЛ) широко используются в инерциальных навигационных системах и системах управления движением. За последние десятилетия они были значительно усовершенствованы и в настоящее время могут обеспечивать прецизионные измерения в широкой полосе частот. Однако точное измерение флюктуаций угловой скорости вращения Земли в геодезии и геофизике с помощью инерциальных датчиков до сих пор невозможно из-за недостаточной разрешающей способности и стабильности. Хорошие перспективы для использования с этой целью имеют КЛ с большим периметром. Успешное создание кольцевого лазера С-I (площадь 0,775 м2) показало возможность эффективного использования КЛ подобного типа. Прибор следующего поколения С-II площадью 1 м2, выполненный из серодура, обеспечил необходимую стабильность работы, а опытный образец лазера GO с еще большим периметром подтвердил, что КЛ с резонатором длиной до 14 м могут работать как гироскопы в одномодовом режиме. Таким образом, может быть создан прибор для геофизических исследований. В статье обсуждаются концепция построения и конструкция такого большого КЛ, а также результаты, полученные к настоящему времени. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **М.Маликорн, М.Буске, В.Калмет, К.Макабье** | **Влияние угла маскирования и многолучевости на характеристики системы Galileo в различных условиях окружающей среды** | **96** |
| За последние несколько лет получили широкое распространение спутниковые навигационные системы (СНС). Одним из наиболее известных их применений является исполь-зование СНС на городском транспорте. Поэтому очень важно как можно более полно и точно характеризовать качество приемника для этого применения. Городская среда характеризуется высокими углами маскирования и наличием значительного количества препятствий, которые порождают многолучевость. Для исследования качества работы приемника в таких условиях требуется наличие модели прохождения волн. В докладе используется способ моделирования запуска луча для воспроизведения различных условий окружающей среды и оцениваются ошибки приемника из-за многолучевости, а также характеристики приемника с применением дополнительного оборудования и без него. |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **П.Краусс, C.Берберих, А.Л.Бочковский, Н.В.Михайлов** | **Разработка опытного образца бортового спутникового приемника навигационного сигнала Galileo** | **108** |
| Структура сигналов системы Galileo еще находится в стадии разработки, а компании Astrium (Мюнхен, ФРГ) и Софт Нав (С.-Петербург) уже разработали экспериментальный навигационный приемник, позволяющий проверять прием различных видов сигнала и исследовать свойства приема в неблагоприятных условиях (помехи, шумы, и т.д.). В качестве первого шага был разработан экспериментальный одноканальный приемник, позволяющий принимать сигналы с разными характеристиками: частота дальномерного ПСК (1-10 Мбит/c), длина (1-10 кбит) и вид ПСП (М-последовательности, код Голда, код Казами), частота модуляции навигационного сообщения (50 - 3000 бит/с). На втором этапе разработки возможности приемника расширяются за счет введения нескольких каналов обработки, повышенной частоты (до 10 Мбит/c) и длины (до 16 кбит) ПСК. Кроме того, двоичная фазовая манипуляция (BPSK) заменяется на фазовую манипуляцию с четвертичными фазовыми сигналами (QPSK). Плата приемника базируется на технологии Mosaic, предложенной фирмой Astrium. При разработке использовался совместный опыт Astrium (Мюнхен, ФРГ) и Софт Нав по разработке бортовых приемников космического базирования. Для обеспечения адаптивности приемника к широкому диапазону навигационных сигналов большая часть алгоритмов обработки была реализована программно, без использования микросхемы коррелятора. Так корреляция кода и несущей, слежение за сигналом и демодуляция данных были реализованы программно. Предварительная обработка сигналов была реализована в микросхеме ПЛИС для снижения нагрузки процессора. АЦП и понижение частоты сигнала проводилось на ПЧ 70 МГц. Была разработана аппаратура для генерирования программируемого сигнала и тестирования приемника. Тестирование первого макета одноканального приемника показало работоспособность приемника и определило дальнейшее направление разработки. Следующий приемник, находящийся сейчас в стадии разработки, будет многоканальным. Приемник будет использован в программе GAFLEX (Galileo Flight Experiment), в которой на борту спутника ГЛОНАСС будет установлен программирумый передатчик сигналов Galileo. Разрабатываемый приемник будет использоваться в наземном режиме для приема сигналов, оценки работоспособности и анализа возможности использования сигналов. Исследования были частично финансированы INTAS (проект 994-0672). |  |

**Академия навигации и управления движением
Официальная информация**

|  |  |
| --- | --- |
| **К 90-летию Б.Е. Чертока** | **121**     |

**Информация**

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

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