

РАЗДЕЛ 4.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

4.1 Автоматизация технологических процессов и производств

УДК 656.13

ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ КАЧЕСТВО СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ. МЕТОДИКИ ИХ ПОВЫШЕНИЯ

Прохоров А.П., асп., Кузнецов А.А., д.т.н., проф.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены основные показатели, характеризующие системы позиционирования мобильных объектов, такие как системы спутниковой и инерциальной навигации. Знание данных показателей позволяет выбрать систему навигации, наиболее подходящую для конкретного применения. Кроме этого, в статье указаны основные методики повышения показателей качества указанных систем навигации, наиболее перспективной из которых является методика комплексирования систем спутниковой и инерциальной навигации.

Ключевые слова: позиционирование, мобильный объект, спутниковая навигация, инерциальная навигация.

Задача позиционирования мобильных объектов, другими словами навигация, имеет место во многих сферах деятельности человека, начиная от военных применений (авиация, мореплавание, управление ракетами и беспилотными летательными аппаратами) и заканчивая гражданскими применениями (мониторинг автотранспорта, высокоточное сельское хозяйство, персональный мониторинг). В настоящее время наибольшее распространение получили системы спутниковой и инерциальной навигации. Знание показателей, характеризующих указанные системы навигации, позволяет выбрать систему навигации, наиболее подходящую под конкретное применение.

В качестве показателей, характеризующих как сами системы спутниковой и инерциальной навигации, так и их качество можно выделить следующие [1]:

Применяемый метод навигации. Это ключевой критерий, который определяет как область применения каждой из навигационных систем, так и накладываемые на эти системы ограничения. По данному критерию спутниковая навигация – это внешне зависимая система навигации, инерциальная навигация может быть отнесена к системам навигационного счисления.

Тип координат. Координаты, получаемые от спутниковой системы навигации – это абсолютные географические координаты (широта, долгота, высота), либо абсолютные координаты в прямоугольной системе ECEF (Earth-Centered, Earth-Fixed). Кроме этого, спутниковая система навигации предоставляет четвертую координату – время UTC (Coordinated Universal Time). Инерциальная система навигации предоставляет только относительные координаты в прямоугольной системе координат (X, Y, Z).

Точность позиционирования. Спутниковая система навигации обеспечивает точность от нескольких метров до нескольких миллиметров при применении технологии RTK (Real Time Kinematic). Погрешности систем инерциальной навигации примерно равны: 1–2 км за 1 ч работы – для систем среднего класса; 0,2–0,5 км за 1 ч работы – для прецизионных систем.

Область применения и ограничения. Спутниковая система навигации – это радионавигационная система, поэтому она плохо работает в условиях отсутствия приёма сигнала от спутников, например, в условиях плотной городской застройки, внутри зданий, под землей и т.д. Инерциальная система навигации является автономной системой и теоретически способна работать в любых условиях.

Скорость выдачи координат. Для систем инерциальной навигации скорость выдачи данных может достигать частоты в 1 кГц, в то время как для спутниковой системы скорость выдачи данных ограничена частотой в 10 Гц.

Стоимость и габариты. Готовые решения спутниковых систем стоят от единиц (простейший приёмник) до сотен долларов (приёмник с поддержкой технологии RTK). Готовые решения инерциальных систем стоят от сотни до нескольких тысяч долларов. Размеры современных решений для обеих систем порядка нескольких сантиметров.

Актуальность. Обе системы на данный момент актуальны и широко используются в различных сферах человеческой деятельности. Непрерывно ведутся разработки по совершенствованию и развитию данных систем.

К основным методикам повышения показателей качества систем спутниковой и инерциальной навигации можно отнести следующие.

Для систем спутниковой навигации [1]:

Совершенствование космического сегмента. То есть увеличение численности космических аппаратов, повышение точности движения по орбите и определения текущего положения космических аппаратов.

Совершенствование измерительных приборов и приёмных устройств. Сегодня ведутся разработки микроминиатюрных атомных часов для замены обычных (не атомных) часов в приёмнике. Кроме этого, постоянно совершенствуются приёмные антенны, и сами приёмники с целью повышается чувствительности приёмника, увеличения отношения сигнал/шум, компенсации влияния переотражения сигналов.

Совершенствование моделей земной атмосферы и земной поверхности. Для учёта погрешности возникающей при прохождении сигнала через слои атмосферы (ионосфера, стратосфера, тропосфера) используются математические модели, которые требуют уточнения для повышения точности. Кроме этого, координаты определяются не относительно земного геоида, а относительно его математических моделей (WGS 84 для системы GPS, PZ-90 для системы GLONASS). Разумеется, что последние описывают земной геоид не абсолютно точно.

Применение технологий постпроцессинга, дифференциальной навигации (DGPS), RTK. Существует ряд технологий, направленных на повышение точности спутниковых систем навигации. В основном данные технологии основаны на применении базовых станций с заранее известными координатами для получения поправок. Наиболее передовой является технология RTK основанная на измерении разности фаз принимаемых сигналов, что позволяет получать точность порядка сантиметра. Кроме этого, возможно сведение на нет атмосферной погрешности, т.к. спутники передают сигнал на двух частотах. Однако, последняя технология доступна только военным – сигнал на второй частоте зашифрован.

Для систем инерциальной навигации [1, 2]:

Совершенствование измерительных приборов (акселерометр, гироскоп). Под этим подразумевается повышение точности определения ускорения и угловой скорости мобильного объекта, уменьшение массогабаритных показателей акселерометров и гироскопов.

Совершенствование моделей учёта и методов компенсации ошибок. Основной проблемой возникающей при проектировании инерциальных систем является учёт ошибок, т.к. в данных системах ошибка растёт со временем и к тому же растёт квадратично. Поэтому при обработке данных от датчиков следует максимально компенсировать возможные нелинейности измерений, дрейфы датчиков, шумы от дискретизации и т.д.

Несмотря на существование такого количества методик повышения качества каждой из систем навигации в отдельности, самой перспективной является методика комплексирования (совмещения) систем спутниковой и инерциальной навигации [1, 3].

Спутниковая система навигации, несмотря на её достоинства, такие как абсолютное позиционирование и ограниченные по величине систематические ошибки, обладает рядом существенных недостатков: низкая динамика, большие по величине случайные (шумовые) ошибки, необходимость внешней инфраструктуры.

В свою очередь, инерциальная система навигации, несмотря на большее количество достоинств, таких как высокая динамика, малые по величине случайные (шумовые) ошибки, самодостаточность (автономность); обладает двумя ключевыми недостатками, ограничивающими её применение: систематические ошибки, растущие со временем, относительное позиционирование (из-за чего требуется инициализация системы).

Совмещение систем спутниковой и инерциальной навигации позволит получить систему навигации, обладающую достоинствами обеих систем навигации и практически не обладающую недостатками. Возможно только за исключением цены для конечного пользователя и сложности реализации.

Список использованных источников

1. Mohinder S. Grewal, Lawrence R. Weill, Angus P. Andrews (2001), Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration, John Wiley & Sons, Inc., 392 p;
2. Oliver J. Woodman (2007), An introduction to inertial navigation, Technical Report Number 696 - University of Cambridge Computer Laboratory, August 2007;
3. Basic Guide to Advanced Navigation (Principes de la navigation avancée) 2nd Edition, (February 2010), available at: [http://natorto.cbw.pl/uploads/2010/2/\\$SET-114-ALL.pdf](http://natorto.cbw.pl/uploads/2010/2/$SET-114-ALL.pdf) (accessed 15 April 2016).

УДК 677.017.42

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОЛОТЕН ПРИ МНОГОКРАТНОМ РАСТЯЖЕНИИ

Чернов Е.А., асп., Кузнецов А.А., д.т.н., проф., Надёжная Н.Л., к.т.н., доц.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье исследованы деформационные свойства полотен при многократном растяжении. По результатам испытаний на многократное растяжение можно установить зависимость установившегося значения удельной нагрузки от величины конечного относительного удлинения ε_k и использовать полученные зависимости для прогнозирования эксплуатационных свойств текстильных полотен.

Ключевые слова: многократное растяжение, диаграмма растяжения, относительное удлинение, коэффициент уменьшения нагрузки.

Стойкость текстильных полотен к утомлению для многих видов изделий, особенно для верхних, является важнейшей эксплуатационной характеристикой, так как с ней связывают формоустойчивость текстиля, или его способность восстанавливать первоначальную форму после прекращения внешних воздействий. При этом роль износа от истирания отодвигается на второй план.

Исследование деформационных характеристик текстильных полотен при многократном растяжении представляет большой интерес. Результаты подобных исследований могут быть использованы при проектировании одежды, создании объективных методов оценки качества материалов и одежды, а так же при проектировании новых материалов. При многократном растяжении постепенно расшатывается структура материала, проявляются усталостные явления.

В качестве объекта при проведении исследований использовались образцы кулирного эластомерного трикотажа для компрессионных изделий лечебно-профилактического назначения. Технологические параметры исследуемых трикотажных полотен представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры исследуемого трикотажного полотна

Базовое переплетение	Вид и линейная плотность сырья	Число петельных столбиков на 10 см	Число петельных рядов на 10 см
кулирная гладь	х/б 16,5 текс спандекс 8 текс	170	280

Для определения взаимосвязи между нагрузкой и удлинением трикотажных полотен проводились многоцикловые испытания образцов на растяжение вдоль петельных столбиков на электромеханической испытательной машине TIME WDW-20E при следующих условиях: скорость деформирования – 50, 100, 200 мм/мин, относительное удлинение – 1, 1.5, ширина образцов – 50 мм, зажимная длина – 100 мм, температура 18-21 °С и относительная влажность 62-66%.

В программном обеспечении WinWDW разработаны алгоритмы для шестициклового испытания с различными значениями скорости деформации и относительном удлинении. При $n=6$ установлено, что значение нагрузки, определенной после 5-го цикла растяжения, практически не отличалось от значения нагрузки, определенного после 4-го цикла. В связи с