

УДК 629.056

**РАЗЛИЧИЯ В МЕТОДАХ РАБОТЫ СПУТНИКОВЫХ,
ИНЕРЦИАЛЬНЫХ И АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ**



**DIFFERENCES IN THE METHODS OF OPERATION OF SATELLITE,
INERTIAL AND ASTRONOMICAL NAVIGATION SYSTEMS**

Янаева Марина Викторовна

кандидат технических наук, доцент
кафедры информационные системы и программирование,
Кубанский государственный технологический институт
yanaevam@mail.ru

Алесик Владислав Алексеевич

студент
Кубанский государственный технологический институт
institute.programirovanie@gmail.com

Солдатиков Даниил Андреевич

студент
Кубанский государственный технологический институт
danil.soldatikov@gmail.com

Аннотация. Использование навигационных систем – одна из движущих деталей прогресса, от древнейшего метода ориентации по звёздам, до спутниковых навигационных систем прошла огромная череда государственных и полугосударственных систем определения местоположения. В современном мире используются спутниковые, инерциальные и астрономические навигационные системы. Авторами статьи были исследованы способы применения, используемые навигационные системы, способы применения и их различия.

Ключевые слова: навигационные системы, спутниковые, инерциальные, астрономические, навигация, GPS, ГЛОНАСС.

Yanaeva Marina Viktorovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Information
Systems and Programming,
Kuban State Technological Institute
yanaevam@mail.ru

Alesik Vladislav Alekseevich

Student,
Kuban State Technological Institute
institute.programirovanie@gmail.com

Soldatikov Daniil Andreevich

Student,
Kuban State Technological Institute
danil.soldatikov@gmail.com

Annotation. The use of navigation systems is one of the driving details of progress, from the oldest method of orientation by the stars, to satellite navigation systems, there has been a huge series of state and semi-state positioning systems. Satellite, inertial and astronomical navigation systems are used in the modern world. The authors of the article investigated the methods of application, the navigation systems used, the methods of application and their differences.

Keywords: navigation systems, satellite, inertial, astronomical, navigation, GPS, GLONASS.

Одним из самых древних методов навигации является Астрономическая навигационная система, для использования порой не требуется вообще никаких приспособлений.

Астрономическая навигация – комплекс методов определения навигационных параметров объекта, основанный на использовании электромагнитного излучения астрономических объектов. Применяется для определения курса и навигационных координат у наземных объектов, а также для определения ориентации космических летательных аппаратов в составе астроинерциальной навигационной системы.

Простейшим примером использования подобной навигационной системы будет являться определение направления по Полярной звезде на географический север.

Более сложный метод астрономической навигации – Параллактический треугольник. Решение параллактического треугольника позволяет определить координаты места наблюдения, а также рассчитать моменты времени восхода и захода светил применительно к месту наблюдения, азимуты светил при восходе и заходе, определить местное звёздное время. В данном методе всё упирается в скорость вычисления и ошибок в вводимых данных.

На основе этого метода были созданы более совершенные способы вычисления местоположения, такие как инерциальные и астроинерциальные системы, использующие используют датчики движения (акселерометры), датчики вращения (гиро-

скопы) и компьютер для непрерывного вычисления положения, ориентации и скорости (направления и скорости движения) движущегося объекта без необходимости во внешних ссылках.

Старые ИНС обычно использовали инерциальную платформу в качестве точки крепления к транспортному средству, и эти термины иногда считаются синонимами. ИНС используются на мобильных роботах и на транспортных средствах, таких как корабли, самолеты, подводные лодки, управляемые ракеты и космические аппараты.

При этом ИНС не смогла достичь полной автономии в определении местоположения объекта.

Все инерциальные навигационные системы страдают от интегрального дрейфа: небольшие ошибки в измерении ускорения и угловой скорости интегрируются в постепенно увеличивающиеся ошибки в скорости, которые усугубляются еще большими ошибками в определении местоположения.

Поскольку новое положение вычисляется на основе предыдущего расчетного положения и измеренного ускорения и угловой скорости, эти ошибки накапливаются примерно пропорционально времени, прошедшему с момента ввода начального положения. Даже самые лучшие акселерометры со стандартной погрешностью 10 мкг накапливают 50-метровую ошибку в течение 17 минут. Следовательно, положение должно периодически корректироваться с помощью ввода от навигационной системы другого типа.

Совершенно новым методом ориентирования является спутниковая навигационная система. Явным примером будут являться системы GPS и ГЛОНАСС. При этом методе принцип работы основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью.

Таблица положений всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приёмник до начала измерений. Обычно приёмник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел – мгновенно использует его. Каждый спутник передаёт в своём сигнале весь альманах.

Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве.

В отличие от всех предыдущих систем, на отслеживаемом устройстве требуется только наличие антенны, что позволило глобализировать эти способы навигации и добиться их использования в автомобилях, и даже определять местоположение телефона. При этом камнем предковения стали спутники, используемые в СНС, при их отсутствии и СНС использовать невозможно, как следствие, спутниковые навигационные системы невозможно использовать для навигации космических кораблей. В такой ситуации продолжается использование ИНС и АИНС.

Таким образом спутниковые навигационные системы, в обычной жизни являются наиболее предпочтительными, но и предыдущие и более старые методы используются по сей день, в ситуациях, когда нет связи со спутниками. Так ИНС и АИНС используются на космических кораблях, а при отсутствии связи можно использовать способы, применимые в АНС, для определения на местности.

В результате проделанного исследования в качестве основы для программного обеспечения были выбраны спутниковые системы навигации, как самые распространённые и не требующие чрезмерной аппаратной базы.

Литература

1. Леонтьев Е.П. Школа яхтенного капитана. – М. : «Физкультура и спорт», 1983. – 245 с.
2. «Basic Principles of Inertial Navigation Seminar on inertial navigation systems»(PDF) // Tampere University of Technology.
3. Apollo on-board guidance, navigation and control system // Dave Hoag, International Space Hall of Fame Dedication Conference in Alamogordo N.M. – 1976.
4. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. – М. : ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с.

References

1. Leontiev E.P. Yacht Captain School. – М. : «Physical culture and sport», 1983. – 245 p.
2. «Basic Principles of Inertial Navigation Seminar on inertial navigation systems» (PDF) // Tampere University of Technology.
3. Apollo on-board guidance, navigation and control system // Dave Hoag, International Space Hall of Fame Dedication Conference in Alamogordo N.M. – 1976.
4. Serapinas B.B. Global positioning systems. – М. : IKF «Catalog», 2002. – 106 p.