

УДК 528

СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Петренко Денис Васильевич

ассистент,
кафедра кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный
технологический университет
d.petrenkov93@mail.ru

Фомина Дарья Алексеевна

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
fominova5885@gmail.com

Головко Анастасия Константиновна

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет
golovko-99@inbox.ru

Агапов Михаил Евгеньевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
mihail-agapov@list.ru

Филимонов Владислав Георгиевич

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
Filimonov.v1998@gmail.com

Сонов Астемир Асланович

студент,
Кубанский государственный
технологический университет
astemir.sonov@list.ru

Аннотация. В статье рассказывается об истории создания таких крупных спутниковых системах навигации, как американской «GPS» и российской «ГЛОНАСС». В доступной и простой форме рассказывается о теоретическом принципе работы этих систем. А также о их применение в геоинженерии и нашей жизни.

Ключевые слова: спутники навигации, GPS, ГЛОНАСС, глобальная навигационная спутниковая система.

Petrenkov Denis Vasilyevich

Assistant,
department of the inventory
and geoengineering,
Kuban state technological university
d.petrenkov93@mail.ru

Fominova Darya Alekseyevna

Student,
Kuban state technological university
fominova5885@gmail.com

Golovko Anastasiya Konstantinovna

Student,
Kuban state technological university
golovko-99@inbox.ru

Agapov Mikhail Evgenyevich

Student,
Kuban state technological university
mihail-agapov@list.ru

Filimonov Vladislav Georgiyevich

Student,
Kuban state technological university
Filimonov.v1998@gmail.com

Sonov Astemir Aslanovich

Student,
Kuban state technological university
astemir.sonov@list.ru

Annotation. The article describes the history of the creation of such large satellite navigation systems as the US "GPS" and Russian "GLONASS". In an accessible and simple form, one talks about the theoretical principle of the operation of these systems. And also about their application in geoengineering and our life.

Keywords: navigation satellites, GPS, GLONASS, the global navigation satellite system.

Введение

Классические способы навигации не совсем обеспечивают требуемую надежность и точность, мало автоматизированы и не имеют возможности убрать воздействие человеческого фактора. Главным навигационным средством будущего будут массовые спутниковые системы навигации (Global Navigation Satellite System – GNSS). В реальное время развернуты 2 GNSS-GPS (Global Positioning System) NAVSTAR (Navigation Satellite Time And Ranging), являющаяся собственностью США, и Российская массовая навигационная спутниковая система ГЛОНАСС.

В соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 25 августа 2008г. № 641 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или же ГЛОНАСС/GPS» все обязаны быть оснащены аппаратурой ССН ГЛОНАСС или же ГЛОНАСС/GPS. Массовая навигационная спутниковая система (GNSS), как навигационный лидер систем управления оснащен невесомым перемещением CNS/ATM, включает в себя сочетания композиций надлежащих элементов, помещенных на земле, спутниках и на борту воздушного судна:

- GPS;
- ГЛОНАСС;
- бортовая система активного дополнения (ABAS);
- спутниковая система активного дополнения (SBAS);
- наземная система активного дополнения (GBAS);
- бортовой приемник GNSS.

Системы активного дополнения дают возможность увеличить точность до единиц и 0,1 сантиметра.

В РФ не так обширно развернута сеть контрольно-корректирующих станций (ККС). Вследствие этого организация активных дополнений спутниковой навигационной системы в реальное время считается животрепещущей. В данной статье будут рассмотрены принципы работы спутниковых систем навигации и их использование.

Спутниковые системы навигации – групповые электронно-технические системы, состоящие из совокупности наземного (приемники) и галактического оснащения (спутники). Они предусмотрены для определения расположения (географических координат и высот), характеристик перемещения (скорости, направленности перемещения и т.д.) для наземных, аква и воздушных объектов. Для лаконичного обозначения данных систем используют аббревиатуру GNSS (от англ. Global Navigation Satellites System – массовая навигационная спутниковая система) или же NAVSTAR (от англ. NAVigation Satellitesproviding Time And Range – измерение времени и расстояния от навигационных спутников).

Принципы работы спутниковых систем навигации

Принципы работы спутниковых систем навигации довольно несложны. На околоземную орбиту запущены особые навигационные спутники. Работа приемника GNSS заключается в том, чтобы отыскать 4 или же больше из данных спутников, узнать расстояние до них и применить данную информацию для вычисления личного расположения. Потому, что скорость распространения радиосигналов постоянна и равна скорости света, расстояние до спутников определяется по задержке времени сообщения GNSS-приемником относительно времени отправки сообщения с борта спутника. GNSS-приемник, принимая во внимание обоюдное месторасположение спутников, вычисляет собственные координаты по законам геометрии, т.е. все делается по принципу незатейливого школьного уравнения, когда, принимая во внимание относительное месторасположение 3-х точек, отыскивают состояние 4-й, при условии, что известно расстояние от 4-й точки до всех 3-х .

В итоге, для определения 2-х координат (широта и долгота) GNSS-приемнику надо найти расстояние до 3-х спутников и время работы GNSS-системы. Для определения координат и высоты приемника, применяются сигналы, как минимальное количество с 4-х спутников.

Чтобы получить все эти измерения, приемнику и спутнику важны часы, которые обязаны быть синхронизированы до наносекунды. Создатели GNSS обнаружили разумное и действенное решение данной проблемы. Любой спутник имеет дорогостоящие атомные часы, но сам приемник пользуется обыденными кварцевыми, которые он каждый день переустанавливает по сигналам со спутников. В последствии того, как приемник произведет расчеты, вам станет известна широта, долгота и высота собственного местоположения. Для того, чтобы обеспечить более комфортное пользование программой потребителями, основная масса приемников привязывают эти данные к картам, хранящимся в их памяти. В настоящее время в мире реализовано несколько спутниковых систем навигации, которые работают по одним и тем же изложенным выше принципам.

GPS (от англ. Global Positioning System – массовая система позиционирования) разработана, продана и эксплуатируется Министерством защиты США. Первый тестовый спутник выведен на орбиту 14 июля 1974 г. В 1991 г. на орбиту выведено 24 спутника, которые обеспечили абсолютное покрытие земного шара. В данный момент на орбите 30 спутников. Любой из них вертится кругом планеты на возвышенности приблизительно 20 000 км, делая 2 полных оборота каждый день. Орбиты находятся так, что в любое время и в любом пространстве на Земле есть по крайней мере 4 спутника, «видимых» в небе.

GPS была разработана Министерством обороны США для боевых дел. Ее можно применить для четкого наведения ракет на недвижимые и подвижные объекты в воздухе и на земле.

Система трудится в одно и тоже время в 2-ух режимах – военном и штатском. Для боевой армии США и их сторонников, ошибка определения координат с поддержкой GNSS составляет несколько сантиметров. Для всех других точность составляет в пределах 5 м, в зависимости от критерия определения. Минусом является точность навигации, которая зависит от открытости места, от высоты применяемых спутников над горизонтом. Низкое наклонение орбит GPS всерьез усугубляет точность в приполярных районах Земли, например, как спутники GPS невысоко поднимаются над горизонтом [1, с. 2].

ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система) – русская и русская спутниковая система навигации, разработана по заказу Министерства обороны СССР. Основой системы считаются 24 спутника, передвигающихся над поверхностью Земли в 3-х орбитальных плоскостях с наклоном $64,8^\circ$ на возвышенности 19 100 км. В современное время развитием плана ГЛОНАСС занимается Федеральное галактическое агентство (Роскосмос) и ОАО «Российские галактические системы».

Первый спутник ГЛОНАСС был выведен на орбиту Советским Союзом 12 октября 1982 г. 24 сентября 1993 г. система была официально принята в использование с орбитальной группировкой из 12 спутников. В декабре 1995 г. спутниковое объединение было развернуто до штатного состава – 24 спутника.

Применение спутниковых навигационных систем

Независимо от класса и решаемых задач в базе всякой навигационной системы лежит электрическая картография. Спутниковые навигаторы не только определяют координаты Вашего расположения, но и свяжут его с электронной картой. Картографические GNSS системы возможно применять в любых приложениях требующих четкой временной привязки и привязки положений с иной базовой информацией.

Покупателям предлагаются всевозможные приборы и программные продукты, позволяющие видеть свое местоположение на электронной карте: позволяет пролагать маршруты с учетом ситуации на дорогах, допустимых поворотов и в том числе пробок; находить на карте определенные дома и улицы, интересные места, кафе, поликлиники, автозаправки и иные объекты инфраструктуры. GNSS-приемники реализуют во множестве магазинов, торгующих электроникой, их встраивают в мобильные телефонные аппараты, телефоны, КПК.

Более распространёнными считаются приемники GNSS для персонального применения в автотранспорте. Они имеют размеры карманного калькулятора с клавиатурой и жидкокристаллическим экраном. Приемник GNSS не только показывает Ваше месторасположение на карте, но еще и способен отслеживать по карте Ваши движения. В случае если Вы оставите приемник включенным, он будет пребывать в постоянной связи со спутниками GNSS, дабы отслеживать ваше перемещение. С поддержкой данной информации и интегрированных часов, приемник имеет возможность предоставить для вас сведения о:

- местонахождении;
- более кратком и благоприятном пути до пункта назначения;
- расстоянии от начального положения;
- скорости перемещения (в аутентичный момент, предельная, наименьшая, средняя);
- время в пути (прошедшее и сколько ещё потребуется) [2, с. 4].

Авто GNSS-приемники – это, по сути, электрические лоцманы, дающие указания шоферу синтезированным голосом, заблаговременно сообщая обо всех поворотах, стоянках и других особенностях предоставленного маршрута. В огромном мегаполисе временами непросто определится, в том числе и тем, кто прожил там всю жизнь. Собственно, что уж говорить о приезжих. Да и за пределами мегаполиса не трудно потеряться. GNSS-навигатор – довольно нужная вещь. Тем более, в случае если речь идет о начинающем водителе или же человеке, который один оказался в незнакомом городе.

В последнее время получает обширное распространение очень успешная интеграция GNSS, радиосвязи и компьютерной техники – диспетчерские навигационные системы, предназначенные для централизованного контроля за передвижением автомашин. В данных системах любая автомашина обустроена GNSS-приемником и радиосвязным оборудованием для контакта с диспетчерским пунктом. На экране монитора диспетчера складывается электрическая цифровая карта Земли, которая обслуживается транспортными способами. Закодированная информация о координатах и скорости перемещения автомашин, получаемая по радиоканалу, разрешает отразить их текущее состояние на данной карте. Параллельно данной информации по радиолинии имеют все шансы механически переходить сведения от самых различных датчиков, поставленных на автомашине: к примеру, о несанкционированном вскрытии контейнеров, о наличии горючего, об остановках, ДТП, трагедиях и т.п.

Эти диспетчерские GNSS-системы имеют все шансы благополучно применяться в торговых и транспортных компаниях, а еще в поисковых и аварийных службах, инкассации банков, в МВД и т.п. Составляющие этих систем имеют все шансы устанавливаться в автомобилях тайно. В случае угона прибор тут же сообщит координаты автомашины, получив которые специальная служба его и отыщет.

Рассмотрим иные сферы использования спутниковых навигационных систем.

Знатоки, работающие в области природных ресурсов – геологи, географы, лесники и биологи используют GNSS картографические системы для записи положений и добавочной информации об объектах. К примеру, лесники в качестве добавочной информации регистрируют возраст, положение, численность и вид леса. Они имеют возможность проводить съемку земель, подлежащих вырубке или же посадке. Биологи имеют возможность регистрировать ареалы расселения животных, маршруты их миграций, количество популяций и иную информацию.

GNSS как оказалось в высшей степени действенным в городском хозяйстве при съемке канализационных, газовых и водо- трубопроводов, электро- и телефонных сетей. Эти объекты, как крышки колодцев и пожарные гидранты, картографируются как точки с соответственной атрибутивной информацией. С поддержкой GNSS возможно проводить также съемку участков земли, строительных участков, объектов улиц и водоводов.

GNSS картографические системы могут помочь обрисовывать особенности участков полей, оказавшихся в насыщенном сельскохозяйственном пользовании. Вы сможете связать такие свойства, как локальный климат, образ земли, участки, покоробленные насекомыми или же заболеваниями, размер собираемой продукции и т.п., с их местоположением. Состояние трактора имеет возможность быть применено вместе с данными о типе земли для бережливой затраты удобрений или же хим. распылителей. Это наряду понижает цену расходов на удобрения и сокращает загрязнение природных аква- источников данными препаратами. Не считая такого, GNSS возможно применить для картографирования расположения колодцев и иных источников воды; записи объемов озер и их состояния; регистрации ареалов распространения рыбы и животных; перемен береговой части, полевых угодий и погодных зон.

Археологи и историки имеют все шансы применить картографические GNSS-системы для навигации и регистрации раскопок и исторических пространств.

Навигационные способности систем имеют возможность оказать бесценную поддержку в розыске людей, в работе органов внутренних дел и пожарных при поиске конкретного местоположения. Ещё в 1990-х гг. были замечены первые сотовые телефонные аппараты с GNSS. В кое-каких государствах, к примеру США, они применяют-

ся для оперативного определения местоположения человека, звонящего по телефону службы поддержки. В РФ в 2010 г. начато осуществление подобного плана – Эра-ГЛОНАСС.

Литература:

1. Гура Т.А., Сафонов А.В. К вопросу об инженерно-геодезических работах при проведении судебных экспертиз // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – № 2. – С. 243–249.
2. Кошелев А.В., Синякин А.К. Физические принципы работы GPS/ГЛОНАСС.
3. URL : <http://allrefrs.ru/5-35903.html>
4. Гура Т.А., Ерешко П.С., Требования к точности выполнения геодезических измерений при определении осадок зданий // Европейские научные исследования. – С. 190–194.
5. Карпенко В.В., Гура Т.А. Использование спутниковых технологий при производстве землеустроительных работ и межевании земель // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 11 (364). – С. 170–175.
6. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Муриев Т.А. О прохождении учебной геодезической практики в КубГТУ студентами направлений «Строительство» // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 12. – С. 180–194.
7. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for ALS and DAP // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Т. 9. – № S1. – С. 732–741.
8. Федотова Е.А. Как работают навигационные системы GPS и ГЛОНАСС // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2017. – № 2. – С. 272–275.
9. Исмаилов В.В. Фурсина Ю.В., Иванова С.О., Валуева Ю.М., Семиренко В.А., Шевченко Г.Г. Скорость и точность – отличие современных геодезических приборов от классических // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – № 2. – С. 143–147.

References:

1. Gura T.A., Safonov A.V. To a question of engineering and geodetic works when conducting judicial examinations // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – No. 2. – P. 243–249.
2. Koshelev A.V., Sinyakin A.K. Physical principles of work of GPS/GLONASS.
3. URL : <http://allrefrs.ru/5-35903.html>
4. Gura T. A., Ereshko P.S., Requirements to the accuracy of performance of geodetic measurements when determining a deposit of buildings // the European scientific research. – С. 190–194.
5. Karpenko V.V., Gura T.A. Use of satellite technologies by production of land management works and land surveying of lands // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2017. – No. 11 (364). – P. 170–175.
6. Gura D.A., Shevchenko G.G., Gura T.A., Muriyev T.A. About passing of educational geodetic practice in KubGTU students of the Construction directions // Scientific works of the Kuban state technological university. – 2016. – No. 12. – P. 180–194.
7. Gura D.A., Shevchenko G.G., Kirilchik L.F., Petrenkov D.V., Gura T.A. Application of inertial measuring unit in air navigation for ALS and DAP // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Т. 9. – № S1. – С. 732–741.
8. Fedotova E.A. As GPS and GLONASS navigation systems // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2017. – No. 2. – P. 272–275.
9. Ismailov V.V. Fursin Yu.V., Ivanov S.O., Valuyev Yu.M., Semirenko V.A., Shevchenko G.G. Skorost and accuracy – difference of modern geodetic devices from classical // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – Krasnodar : Publishing house – the South, 2016. – No. 2. – P. 143–147.