

## THE USE OF NAVIGATION SYSTEMS IN THE TRANSPORTATION OF VALUABLE GOODS

Aliev U.T

Senior teacher of TUIT

The article presents the characteristics of the GPS-III system, which has a number of additional advantages. The features of the European analogue of the global navigation system – GALILEO - are noted. One of the goals of this system is to provide a high-precision positional system that Europe can rely on regardless of the Russian GLONASS system, the American GPS system and the Chinese Beidou. GALILEO provides a unique global search and rescue function – SAR with an essential feedback function. The features of the navigation system of Chinese scientists – the Beidou satellite system and the Japanese global satellite system – Quasi-Zenith are described. Trends in the development of global navigation systems GLONASS and Beidou, as well as the use of satellite tracking systems in road and rail transport and in the transportation of valuable goods are considered.

**Key words:** navigation development, navigation systems, factors of navigation development, GLONASS, GPS, GNSS, GALILEO, Beidou, Quasi-Zenith, transportation of valuable cargo.

### ВВЕДЕНИЕ

Спутниковая навигация (GPS, GLONASS, GALILEO) некогда была доступна лишь ученым и военным, но давно выросла из узкоспециализированного направления и используется как в бизнесе и производстве, так и в повседневной жизни. Активно применяется в Узбекистане в таких сферах, как навигация на местности, картография, геодезия, сотовая связь, авиация, транспорт.

В соответствии с Указом Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года N УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», в целях реализации приоритетных задач по поднятию сферы информационно коммуникационных технологий на новый уровень, были определены основными задачами дальнейшего развития сферы информационно-коммуникационных технологий в 2022-2023 годах, одним из которых является внедрение поэтапной системы осуществления государственного космического мониторинга семи социально-экономических сфер, в обязательном порядке посредством спутниковых аппаратов [1].

Будет целесообразным расширение применения технологий в Узбекистане в следующих сферах:

**Транспортный мониторинг.** Спутниковый мониторинг значительно упростит контроль за передвижением транспортных средств и организацию

рабочего процесса для предприятий, предоставляющих транспортные услуги. Компания сможет устранять ситуации с отклонением водителей от заданного маршрута, а также следить за состоянием каждого транспортного средства и быстро реагировать на любые нештатные ситуации. Систему также можно использовать в курьерских, диспетчерских и инкассаторских службах, охранных фирмах и службах спасения, торговых и почтовых компаниях, строительных, коммунальных и сельскохозяйственных организациях.

**Картография, геодезия, мониторинг опасных участков.** При помощи GPS составляются подробные карты и планы местностей с рельефом любой сложности. В дальнейшем эти карты могут использоваться по самым разным направлениям - от туризма до разработки военных стратегий. Геодезическими методами очерчиваются точные границы земельных участков и координаты объектов. Также эти технологии дают возможность наблюдения за перемещениями тектонических плит. Это позволит, в частности, спрогнозировать землетрясения, оползни, сели и обвалы.

**Метеорология.** Многие метеорологические станции, в том числе мобильные, передают данные о погодных условиях и при этом связывают их со своим местоположением.

**Образование.** Системы глобального позиционирования - уникальный инструмент для молодых изобретателей, инноваторов и студентов. Учитывая, что эти технологии доступны и приносят существенную пользу, необходимо создавать специальности в вузах по данному направлению и активно работать над инновациями с применением систем космической навигации в разных отраслях.

Использование искусственных спутников Земли (ИСЗ) для определения координат транспортных средств имеет давнюю историю. Начало разработки первой спутниковой навигационной системы ТРАНЗИТ (США) было положено в 1958 г., а ее эксплуатация началась в 1964 г. Эта система содержала 5 спутников на полярных орбитах и первоначально предназначалась для периодической коррекции систем наведения баллистических ракет морского базирования, а также исправления погрешностей корабельных инерциальных навигационных систем в любых погодных условиях. Данная система имеет погрешность нахождения местоположения объектов около 25 м, период определения координат – 1–3 часа, а время определения координат – 10–16 минут. Система ТРАНЗИТ продолжила свое развитие в GPS [7].

Интегрирование навигационных информационных систем с системами управления открывает еще более широкие возможности по обеспечению безопасности, автоматизации процесса.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система).** ГЛОНАСС предназначена для определения местоположения, скорости движения и точного времени морских, воздушных, сухопутных

транспортных средств и других видов потребителей. Она разрабатывалась и внедрялась как система двойного назначения, в первую очередь, для обеспечения национальной безопасности, а также для решения гражданских научных и производственных задач [6].

Задачи, возложенные на систему ГЛОНАСС:

- 1) создание (задание) общеземной геодезической и геоцентрической систем координат;
- 2) распространение единой глобальной высокоточной шкалы времени;
- 3) создание общеземной сети слежения за современными движениями земной коры;
- 4) координатно-временное обеспечение:
  - операций в космическом пространстве;
  - международной службы вращения Земли;
  - процесса дистанционного зондирования Земли, осуществляемого в интересах картографирования планеты, мониторинга экологического состояния ее поверхности и атмосферы;
  - работ, реализуемых методом спутниковой альтиметрии с целью слежения за уровнем мирового океана, изучения его физической поверхности, в частности, морской топографической поверхности и ее отличий от поверхности геоида (квазигеоида), а также изучения закономерностей глобальной циркуляции водных масс.

Основу системы ГЛОНАСС составляют три сегмента (рис. 1а):

- 1) космический сегмент;
- 2) сегмент управления;
- 3) сегмент потребителей.

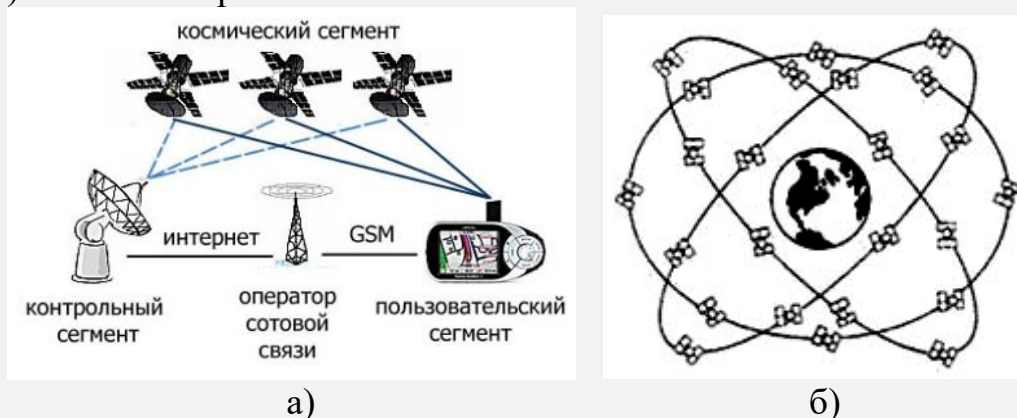


Рис. 1. Сегменты системы ГЛОНАСС

Космический сегмент включает 24 спутника (рис. 1б), излучающих непрерывные радионавигационные сигналы, которые формируют сплошное радионавигационное поле на поверхности Земли и околоземном пространстве. В системе ГЛОНАСС используются навигационные космические аппараты (НКА), вращающиеся по круговой геостационарной орбите на высоте ~ 19100 км. Период обращения спутника вокруг Земли равен в среднем 11 часам 45 минутам. Время эксплуатации спутника – 5 лет;

за этот период параметры орбиты спутника не должны отличаться от номинальных значений более чем на 5 %.

Сегмент управления включает наземную подсистему управления, предназначенную для контроля функционирования, подсистему непосредственного управления и подсистему информационного обеспечения сети спутников.

Сегмент наземного комплекса управления системы ГЛОНАСС – это сегмент потребителя, обеспечивающий определение пространственных координат, вектора скорости, текущего времени и других навигационных параметров в результате приема и обработки радиосигналов, принимаемых от спутников. Из этих трех частей последняя, а именно аппаратура пользователей, самая многочисленная. Система ГЛОНАСС является беззапросной, поэтому количество потребителей системы не ограничено. Помимо основной функции – навигационных определений – система позволяет производить высокоточную взаимную синхронизацию стандартов частоты и времени на удаленных наземных объектах и взаимную геодезическую привязку. Рассматривая навигационные системы, необходимо анализировать мировые аналоги российских разработок. Отдельно стоит уделить внимание глобальной системе позиционирования GPS.

**Американская система позиционирования GPS.** GPS по своим функциональным возможностям аналогична российской системе ГЛОНАСС. Ее основное назначение – высокоточное определение координат потребителя, составляющих вектора скорости, и привязка к системной шкале времени. Аналогично отечественной система GPS разработана для Министерства обороны США и находится под его управлением. Как и система ГЛОНАСС, GPS состоит из космического сегмента, наземного командно-измерительного комплекса и сегмента потребителей. Орбитальная группировка GPS состоит из 28 навигационных космических аппаратов. Все они находятся на круговых орбитах с периодом обращения вокруг Земли равным 12 часам. Высота орбиты каждого спутника примерно равна 20 тыс. км.

Эксплуатация навигационных спутниковых систем, в первую очередь GPS, показала неопределимые возможности систем GPS и ГЛОНАСС в определении высокоточных координат для геодезии, геофизики, космоса, авиации и т. д. С тех пор как первый GPS-спутник был запущен в феврале 1978 г., было запущено более чем 50 спутников, начиная с GPS-I и далее 12 спутников GPS-IIR, 16 – GPS-II/IIA и 2 – GPS-IIR-M. Параметры GPS постепенно улучшались, что видно из табл. 1.

В настоящее время сформулированы требования к GPS-III – навигационной системе третьего поколения. Два крупнейших мировых производителя спутников Lockheed Martin и Boeing должны предложить свои варианты построения GPS-III. Первый спутник GPS-III запущен в 2012/2013, а новая спутниковая группировка заработает в новом составе к 2017/2018. По сравнению с существующей система GPS-III будет иметь следующие особенности:



- ожидаемый срок жизни спутника – 12–18 лет;
- стоимость каждого спутника – 100–120 миллионов долларов;
- запуск двух спутников будет организован одной ракетой;
- способность борьбы с возможными помехами будет существенно усилена и интенсивность сигнала возрастет на 20 дБ;
- точность местоопределения составит 1 м без организации дополнительных мер, а такой недостаток GPS-системы, как уязвимость от внешнего воздействия, будет устранен.

Таблица 1

Динамика параметров системы позиционирования GPS GPS Properties  
Dynamics

Тип спутника	GPS-II	GPS-IIA	GPS-IIR	GPS-IIRM	GPS-IIF
Масса, кг	885	1500	2000	2000	2170
Срок жизни, год	7,5	7,5	10	10	15
Бортовое время	Cs	Cs	Rb	Rb	Rb&Cs
Межспутниковая связь	Нет	Да	Да	Да	Да
Автономная работа, дней	14	180	180	180	Более 60
Антирадиационная защита	Нет	Нет	Да	Да	Да
Антенна	–	–	Улучшенная	Улучшенная	Улучшенная
Возможность настройки на орбите	Слабая	Слабая	Средняя	Сильная	Повышенная
Навигационный сигнал	L1:C/A+P L2:P	L1:C/A+P L2:P	L1:C/A+P L2:P	L1:C/A+P+M L2:C/A+P+M	L1:C/A+P+M L2:C/A+P+M L5:C
Мощность бортового передатчика	Слабая	Слабая	Средняя	Сильная	Повышенная

**Глобальная навигационная система GALILEO.** Будут добавлены дополнительные услуги связи, приема и передачи сигналов бедствия и поиска объектов. Говоря о европейском аналоге глобальной навигационной системы – GALILEO, построенной Европейским союзом и Европейским космическим агентством, стоит уделить внимание ее функциям. Кроме функций, присущих вышеуказанным навигационным спутниковым навигационным системам, одной из целей GALILEO является обеспечение высокоточной позиционной системы, на которую способна положиться Европа, независимой от российской системы ГЛОНАСС, американской системы глобальной навигации GPS и китайской системы Beidou, которые могут быть выведены из службы во время военных действий или политического конфликта.

Проект стоимостью 2 миллиарда долларов назван в честь итальянского астронома Галилео Галилея. Для работы он использует два наземных центра исследований: один в Мюнхене (Германия), второй в Фучино (Италия). В

2010 г. министры ЕС проголосовали за создание штаб-квартиры проекта в Праге (Чешская Республика). В 2011 г. первые два рабочих спутника были запущены для проверки системы. Два следующих запущены в 2012 г., что позволило провести тестирование полного цикла GALILEO. После завершения оценки спутника на орбите было запущено большее количество спутников, которые достигли первоначально способности к эксплуатации в середине десятилетия. Наконец, система GALILEO полностью завершена с запуском 27 рабочих и 3 запасных спутников, и теперь у Европы есть своя независимая система навигации.

Кроме базовых бесплатных услуг навигации (позволяющих получить горизонтальные и вертикальные измерения с точностью до одного метра), обеспечивает уникальную глобальную функцию поиска и спасения (SAR). Спутники способны передать сигнал бедствия с передатчика пользователя в Координационный центр обеспечения безопасности, который приступает к поисковым операциям. В это время система передает сигнал пользователю о том, что ситуация под контролем и помощь уже в пути. Данная функция является серьезным улучшением по сравнению с существующими системами GPS и ГЛОНАСС, которые не имеют функции обратной связи. Использование основных (с низкой точностью) услуг GALILEO бесплатно и доступно всем. Услуги уровня высокоточного определения доступны платно частным пользователям и военным.

**Глобальная навигационная система Beidou.** Говоря о современном развитии навигационных систем, необходимо уделить особое внимание разработке китайских ученых. Китай ввел в эксплуатацию спутниковую систему навигации Beidou – аналог российской ГЛОНАСС и американской GPS. Beidou функционирует в тестовом режиме и предлагает для Китая и «некоторых окружающих его регионов» услуги позиционирования, навигации и определения времени. Чтобы снизить зависимость от зарубежных технологий, в 2000 г. КНР приступила к созданию собственной навигационной системы. Китайская спутниковая система навигации состоит из двух отдельных групп спутников. Первая группа Beidou-1 (рис. 2), официально названная как «Экспериментальная спутниковая навигационная система», была запущена в 2000 г. в ограниченном тестовом режиме и состояла только из трех спутников. Вторая группа Beidou-2, также известная как COMPASS, находится в стадии создания, которое предполагается завершить к 2020 г. В начале 2000-х гг. китайская Beidou-1 отставала от GPS и ГЛОНАСС минимум на поколение. Экспериментальная спутниковая система работала медленнее, давала худшие результаты и была в десятки раз дороже.

В 2004 г., с началом создания Beidou-2, произошла модернизация технологий и ситуация изменилась в лучшую сторону. В течение семи лет Китай вывел на орбиту четыре экспериментальных спутника, а в 2007-м запустил «Компас-М1» – первый спутник группировки Beidou-2. К 2020 г. Китай хочет сделать систему Beidou глобальной и начать предоставлять услуги высокоточного позиционирования по всему миру. На сентябрь 2016 г.

запущено 23 спутника. Ожидается, что полная группировка Beidou будет насчитывать 35 спутников. Также необходимо рассмотреть японский аналог глобальной спутниковой системы – Quasi-Zenith (рис. 3).



Рис. 2. Зона покрытия Beidou-1

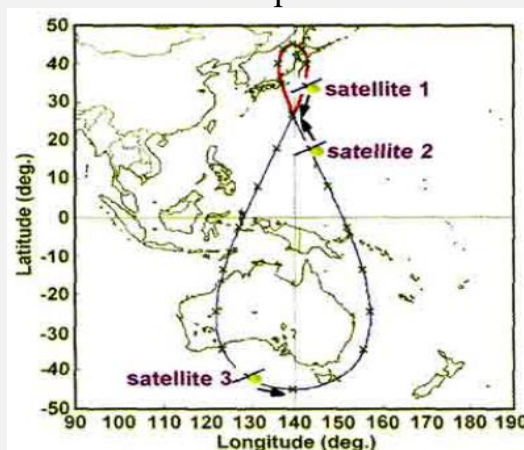


Рис. 3. Глобальная спутниковая система Quasi-Zenith

Всего в спутниковый сегмент входят 3 спутника, орбиты которых будут выбраны таким образом, чтобы их подспутниковые точки описывали на земной поверхности одну и ту же траекторию с одинаковыми временными интервалами. При этом по крайней мере один спутник будет виден под углом места более 70 градусов в любое время на территории Японии и Кореи. Эта особенность и определила название навигационной системы – Quasi-Zenith (QZSS). Антенны спутников будут передавать сигналы практически во всей зоне видимости спутников, обеспечивая навигацию и передачу сигналов точного времени. Однако сигналы L1-SAIF, которые включают в себя различные поправки, позволяющие повысить точность измерений с помощью сигналов GPS и, возможно, GALILEO, будут передаваться с помощью параболической антенны только на Японию.

Сигналы, которые будут излучать спутники QZSS, полностью совместимы с сигналами (L1 – 1575.42 МГц; L2 – 1227.60 МГц; L5 – 1176.45 МГц). Японская QZSS в основном предназначена для улучшения характеристик GPS на национальной и некоторых соседних территориях. Ожидается, что внедрение QZSS позволит существенно повысить

эффективность решения навигационных и других задач и придаст ускорение внедрению новых применений для навигации, которые требуют большей точности и надежности.

На нынешнем этапе развития мировой экономики автомобильный транспорт для многих стран является основным элементом транспортной системы. В нашей стране уделяется немаловажное значение автомобильному и железнодорожному транспорту и перевозке грузов. Это одни из самых надежных средств при перевозке груза на средние и малые расстояния. В последнее время появились системы и комплексы технических средств для контроля и планирования деятельности транспорта. Такие системы и комплексы используются в морской, авиационной, сухопутной системах и обеспечивают достоверные данные непрерывного слежения за объектами. Так же определяют их местоположение, маршрут движения транспорта в режиме реального времени.

Системы спутникового мониторинга транспорта решают следующие задачи:

1. Системы спутникового мониторинга транспорта помогают водителю в навигации при передвижении в малознакомых районах. Мониторинг транспорта включает определение координат нахождения транспортного средства, его направления, скорости движения и других параметров: расход топлива, температура в рефрижераторе и др.;

2. Соблюдение графика движения - запись передвижения транспортных средств, автоматический учёт доставки грузов в положенное место и др.;

3. Сбор статистических данных и оптимизация маршрутов - анализ пройденных маршрутов, скоростного режима, расхода топлива и др. транспортных средств с целью определения лучших маршрутов;

4. Обеспечение безопасности транспорта - мониторинг помогает точно определить местоположение транспорта и при необходимости обнаружить угнанный автомобиль. Также на основе спутникового мониторинга транспорта действуют системы автосигнализации.

Управление транспортом в режиме реального времени (онлайн) дает возможность сверить маршрутные листы с реальным маршрутом движения, который отображается на географической карте, с отчетом на котором предоставлены точки маршрута. С помощью таких систем, можно предотвратить нецелевое использование транспортного средств, принадлежащих компании (например, отклонение от маршрута, использование транспорта в личных интересах и др.) или о повреждении перевозимого груза и о кражах.

На транспортном средстве устанавливается мобильный модуль. Он состоит из приёмника, который принимает сигналы от спутника, модуля хранения и передачи координатных данных (рис. 4).



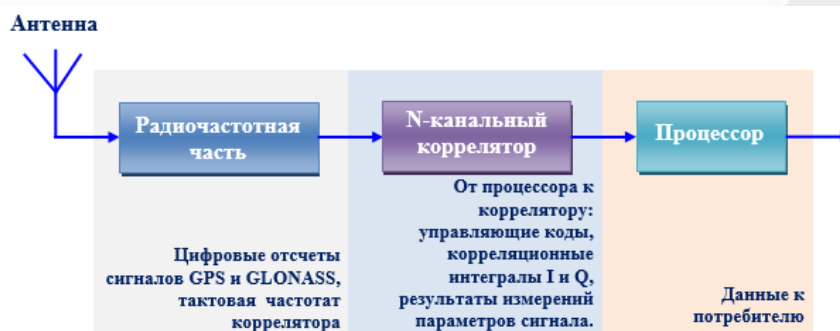


Рис.4. Обобщённая структура приёмника

Программное обеспечение мобильного модуля получает координатные данные сигналов от приёмника, заносит их в модуль хранения и по мере возможности передаёт с помощью модуля передачи, который позволяет передавать данные, используя беспроводные сети операторов мобильной связи или другой системы передачи информации (рис. 5).

Данные, полученные таким образом, анализируются и выдаются в текстовом виде или с использованием картографической информации в пункт диспетчерского управления. Развитие спутниковых систем навигации и связи позволяют достичь высокой надежности систем слежения.

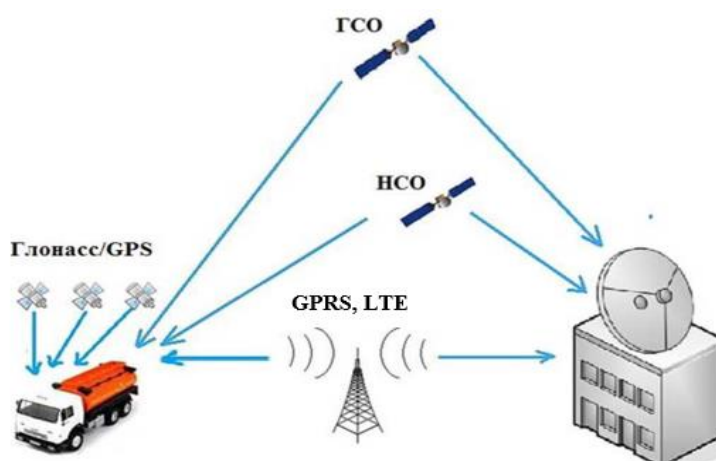


Рис. 5. Общая структурная схема передачи данных

Как видно из рис. 5 передача данных может осуществляться с помощью сотовой связи (GSM, GPRS, CDMA и LTE системы), с помощью КА на низкоорбитальной спутниковой орбите и с помощью КА на геостационарной орбите.

Спутник, который находится на ГСО, постоянен относительно поверхности Земли, поэтому его местоположение на орбите называется точкой стояния. Направленная закрепленная неподвижно антенна сохраняет постоянную связь с таким спутником [8].

Преимуществами ГСО являются:

- связь со спутником осуществляется круглосуточно, непрерывно и без переходов;

- антенны ЗС упрощены, и на некоторых отсутствуют системы автоматического сопровождения ИСЗ;
- механизм привода (перемещения) приемной и передающей антенн облегчен, сделан более экономичным;
- достигнуто постоянное значение ослабления сигнала на трассе Земля - Космос;
- зона видимости геостационарного ИСЗ около 1/3 земной поверхности, достаточно трех геостационарных ИСЗ для формирования глобальной системы связи.

Функции серверного центра может выполнить как обычный компьютер с установленным программным обеспечением для обычных систем слежения, так и распределённая серверная система с применением нескольких серверов, выполняющих различные задачи, способная вести одновременный мониторинг десятков тысяч автомобилей и гарантировать подключение к серверному центру нескольких тысяч пользователей (диспетчеров) одновременно.

Диспетчерское программное обеспечение для спутникового мониторинга транспорта можно условно разделить на несколько типов

- ПО, содержащее все компоненты, включая карты и информационную базу движения объектов на единственном компьютере;
- ПО, имеющее клиентскую часть, которая устанавливается на компьютеры диспетчеров;
- ПО, использующее web-интерфейс, что позволяет избежать установки каких-либо специальных компонентов и вести мониторинг с любого компьютера, подключённого к Интернет.

Обычно, в программах, имеющих клиентскую часть, карты устанавливаются конкретно на компьютер пользователя. А web-системы используют интернет карты, которые благодаря Web-GIS серверу подгружаются постепенно по мере необходимости, что, безусловно, требует высокой скорости интернет-соединения. Web-GIS позволяет одновременно использовать такие карты, как Яндекс.Карты, Карты Google, OpenStreetMap, Карты Yahoo!, Карты Bing, Карты Gurtam и прочие.

Самые распространённые функции, которые содержат системы спутникового мониторинга:

- подключение и настройка трекеров в системе;
- подключение и настройка датчиков в системе;
- мониторинг текущего положения транспорта на карте;
- мониторинг состояния устройств и датчиков транспортного средства;
- просмотр маршрута перемещения и пробега автомобиля за выбранный интервал времени;
- создание точек интереса и геозон на карте;
- настройка уведомлений, высылаемых системой, когда происходят определённые события (превышение скорости, слив топлива и др.);
- настройка шаблонов отчётов, выполнение отчётов;

- построение графиков на основании данных системы;
- управление объектами мониторинга через SMS команды или CSD соединение;
- создание маршрутов и путевых точек, контроль соблюдения маршрута.

Для получения дополнительной информации на транспортное средство устанавливаются дополнительные датчики, подключаемые к GPS или ГЛОНАСС контроллеру, например:

- датчики расхода топлива;
- датчик нагрузки на оси ТС;
- датчик уровня топлива в баке;
- датчик температуры в рефрижераторе;
- датчики, фиксирующие факт работы или простоя спецмеханизмов (поворот стрелы крана, работы бетономесителя), факт открывания двери или капота, факт наличия пассажира (такси).



Рис. 6. Датчик открывания/закрывания дверей

Датчик открытия двери (а также окна, багажника или капота) реагирует на открытие/закрытие двери, посылая сигнал на блок управления. В основном роль датчика играет концевой выключатель.

Устройство срабатывает, если в режиме охраны открывается хотя бы одна из дверей автомобиля.

**Спутниковые терминалы SkyWave серии IDP-800.** IDP-800 используют двухстороннюю спутниковую связь IsatData Pro для мониторинга и менеджмента подвижных и статических объектов в любой точке мира (рис. 7).

Идеально подходит для слежения за контейнерами и при интермодальных перевозках.

Характерные особенности (табл. 2):

- модем IsatData Pro с GPS;
- возможность подключения внешней антенны;
- использование с аккумуляторами и батарейками;
- поддержка трех каналов ввода-вывода (аналоговый/цифровой);
- датчики внутренней температуры и напряжения;
- срок службы аккумулятора 3 года;
- передает сообщения размером до 6400 байт;
- зарядка как во включенном, так и в выключенном состоянии.

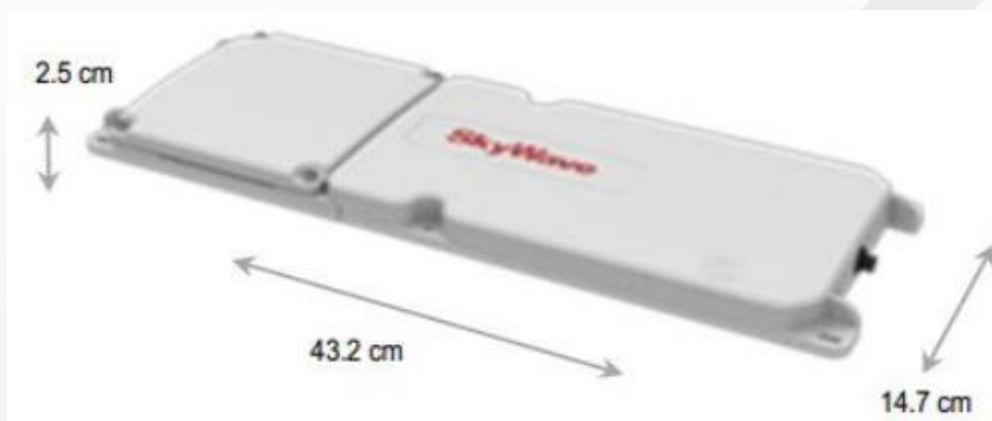


Рис. 7. Спутниковый терминал SkyWave IDP-800 для наземного применения

Терминалы устанавливаются на все виды подвижных объектов: автомобили, грузовые трейлеры, железнодорожный транспорт, водный транспорт и т.д. и способны работать в температурном диапазоне - 40С ч + 85С при обеспечении влагозащищенности.

Т а б л и ц а 2

Технические характеристики терминала Sky Wave IDP-800

Характеристика	Значение
Чувствительность, дБ	-159
Входное напряжение, В	9 до 32
В среднем потребление энергии (при напряжении 12 В постоянного тока, 22°C), мА	Прием: 8,3 Режим слежения: 60 Передача: 0,75 А
Размеры, см	14,7x43,3x2,5
Память данных пользователя, МБ	3,5
Масса, кг	2-2,5
Покрытие	Глобальное
Сообщения с терминала, байт	6 400
Сообщения на терминал, байт	10 000
Среднее время доставки, с	<15
Диапазон частот, ГГц	Прием: 9,5 - 10,9 Передача: 12,1 - 13,6
Время обнаружения, с	27

Корпус спутникового терминала выполнен из материала, обеспечивающего защиту от несанкционированного вскрытия, исследования аппаратного устройства, подделки, считывания, анализа и искажения передаваемых - принимаемых данных, воспроизведения перехваченных сеансов обмена (рис. 8).





Рис. 8. Внутреннее строение терминала SkyWave IDP-800

Терминалы комплектуются необходимыми антеннами (рис. 9).



Рис. 9. Антенны необходимые для приема сигнала от ИСЗ

В системе реализовано множество отчётов, выполняемых по устройствам, по поездкам и стоянкам, по маршрутам, по разнообразным датчикам, по топливу, скорости, качеству связи, событиям (рис. ). Также можно получить графики скорости и датчиков с возможностью масштабирования. Любой отчёт можно экспортировать в файл для последующего анализа.

График скорости показывает зависимость скорости от времени (рис. 10). Маршруты поездок представлены треком с ключевыми точкам сообщений на карте (рис. 11).

Использование датчиков открывания/закрывания дверей помогает получать информацию о несанкционированном открытии любой из двери транспорта. Предоставляется сигнализация и информация времени и места открытия дверей. Использование системы GPS контроля автотранспорта позволяет с высокой точностью определять место и время открывания/закрывания двери, и диспетчерское ПО отображает эти события на карте.

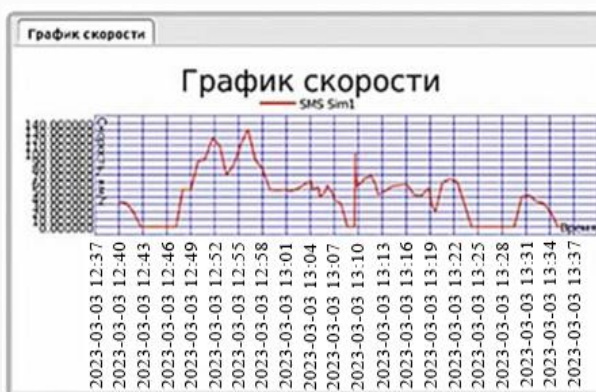


Рис. 10. График скорости

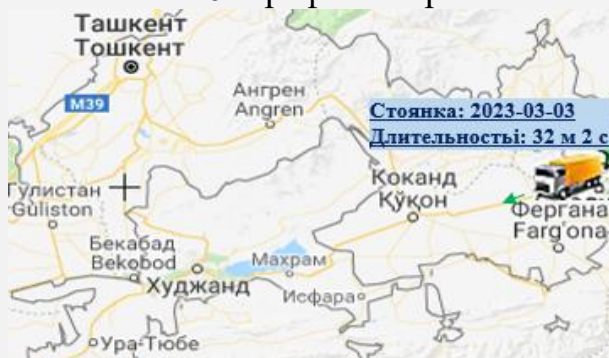


Рис. 11. Пример маршрута поездки транспортного средства

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует подтвердить наличие нескольких конкурирующих навигационных систем. Рассматривая временные рамки внедрения каждой из вышеуказанных систем, можно говорить о стремительном развитии навигационных систем. Говоря о временных рамках совершенствования каждой из систем, важно определить период с 2018 до 2020 года как период обновления всех глобальных навигационных систем.

Таким образом, рассматривая пути развития навигационных систем можно выделить два противоположных по своей сути направления. С одной стороны, развитие в направлении симбиоза с китайской глобальной навигационной системой, что позволит существенно упростить взаимодействие в воздушном пространстве над двумя странами. С другой стороны, упор на создание на каждом борту автономной навигационной системы свидетельствует об обратной тенденции. Однако, разделив сферы влияния взаимоисключающих подходов к формированию глобальной навигационной системы следующего поколения, можно добиться как перехода на новую ступень обеспечения безопасности полетов, так и на путь упрощения системы взаимодействий с китайской навигационной системой Beidou-2.

Развитие спутниковых систем навигации и связи позволяют достичь высокой надежности систем слежения. Такие системы и комплексы используются в морской, авиационной, сухопутной системах и обеспечивают

достоверные данные непрерывного слежения за объектами. Так же определяют их местоположение, маршрут движения транспорта в режиме реального времени.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Президента Республики Узбекистан 22.08.2022 г. N пп-357 «О мерах по поднятию на новый уровень сферы информационно-коммуникационных технологий в 2022-2023 годах»
2. Логвин А.И., Соломенцев В.В. Спутниковые системы навигации и управления воздушным движением. М.: МГТУ ГА, 2005.
3. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000.
4. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. М.: Издательство: Горячая линия – Телеком, 2005. 272 с.
5. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации (SARPS). Т. 1 (Радионавигационные средства). ИКАО, 2004. 1
6. Поправки 76 и 79 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике (SARPS). ИКАО, 2001, 2004.
7. Kaplan D.E., Hegarty C.J. Understanding GPS/ Principles and Applications/ Second Edition, ARTECH HOUSE, INC., 2006, 723 p.
8. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / под ред. В.Н. Харисова и др. М.: ИПРЖР, 1998. 400 с.