

УДК 528.4

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Чегоняева М. С., студентка гр. ГМс – 151

Научный руководитель: Корецкая Г. А.

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) предназначены для определения трехмерных координат (широты, долготы, высоты над уровнем моря) объекта, оснащенного специальным навигационным приемником, а также его скорости, направления движения и текущего времени. Изначально ГНСС задумывались как военная технология, но в процессе работы их стали использовать для гражданских целей. Спутниковые системы все больше проникают в разные отрасли экономики и входят в повседневную жизнь граждан. Координаты пунктов нужны не только военным, авиаторам и морякам, но и геодезистам, маркшейдерам, кадастрам, геологам, туристам и другим потребителям.

Первые шаги по созданию ГНСС (NAVSTAR/GPS) были приняты американцами в 1964 г. Советские учёные начали работу над отечественной системой ГЛОНАСС в 1976 г. Для определения местоположения объекта по спутникам потребовалось создать три сегмента (космический, управления и потребителей) (рис. 1).

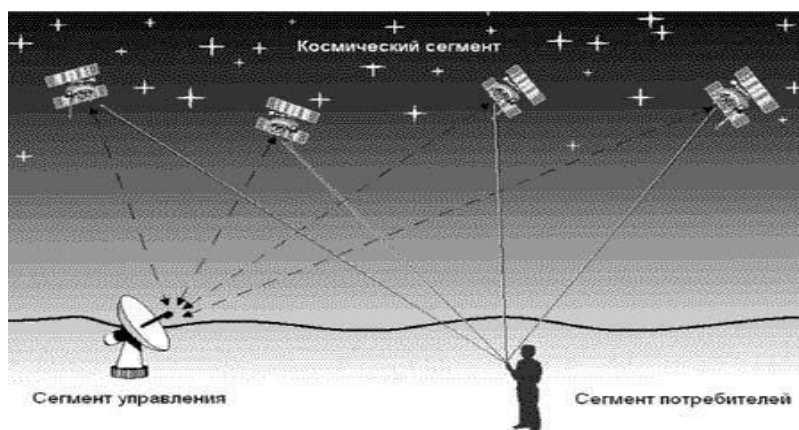


Рис. 1. Общая структурная схема ГНСС

В настоящее время полностью завершено создание GPS и ГЛОНАСС. GPS – принадлежит министерству обороны США. Этот факт, по мнению ряда государств, является её главным недостатком. Устройства, поддерживающие навигацию по GPS, являются самыми распространёнными в мире. ГЛОНАСС – принадлежит министерству обороны РФ. К 2025 году предполагается глу-

бокая модернизация системы [1]. Эти системы обеспечивают полное и бесперебойное покрытие всего земного шара.

В табл.1 представлена характеристика современных ГНСС, которые запущены и развиваются другими странами.

Таблица 1

ГНСС	Покрытие	Дата старта	Статус	Количество спутников	Спутников по плану
GPS	Вся планета	1974	запущен	32	24
ГЛОНАСС	Вся планета	1982	запущен	24	24
Galileo	Европа	2005	развивается	10	30
BeiDou	Китай и ближайшая Азия	2000	развивается	20	35
QZSS	Япония, Австралия, Новая Зеландия	2006	развивается	1	4
IRNSS	Индия, Пакистан, Афганистан	2006	развивается	4	7

Европейская система Galileo находится на этапе создания спутниковой группировки. Планируется полностью развернуть группировку к 2020 г.

Развёртываемая Китаем система BeiDou покрывает Азиатско-Тихоокеанский регион. Согласно планам, к 2020 г., когда количество спутников будет увеличено до 35, система сможет работать как глобальная.

Японская система QZSS была задумана как коммерческая с набором услуг для подвижной связи, вещания и широкого использования для навигации в Японии и соседних районах Юго-Восточной Азии.

Индийская система IRNSS находится в состоянии разработки. Предполагается для использования в Индии, Пакистане и Афганистане.

В табл. 2 представлены преимущества и недостатки запущенных систем GPS и ГЛОНАСС.

Таблица 2

ГНСС	Преимущества	Недостатки
GPS	1. Старейшая из существующих систем, приведена в полную готовность раньше ГЛОНАСС. 2. Надежность обусловлена использованием большего числа резервных спутников. 3. Позиционирование происходит с меньшей погрешностью, чем у ГЛОНАСС []; 4. Множество устройств поддерживает систему.	1. Требуется работа корректирующих станций из-за синхронного вращения Земли и спутников. 2. Низкий угол наклона не обеспечивает точного позиционирования в высоких широтах. 3. Право управления системой принадлежит военным, а они могут искажать сигнал или вообще отключить GPS для гражданских лиц или для других стран в случае конфликта с ними.

ГЛОНАСС	1. Положение асинхронных спутников на орбите более стабильное, что облегчает управление ими. Регулярное внесение корректив не требуется. 2. Система создана в России, поэтому обеспечивает точность позиционирования в северных широтах. 3. Отечественная система, и останется доступной для россиян в случае отключения GPS.	1. Разработка системы началась позже со значительным отставанием от GPS. 2. Продолжительность службы российских спутников ниже, чем американских. 3. Спутниковый мониторинг транспорта ГЛОНАСС дороже, чем GPS из-за высокой стоимости устройств, адаптированных к работе с отечественной системой позиционирования. 4. Для компактных портативных устройств на сегодняшний день более распространенный и доступный вариант – это поддержка GPS-ГЛОНАСС или только GPS.
---------	---	--

Основная тенденция развития технологий спутниковой радионавигации (в т.ч. программно-аппаратных средств) связана с поиском методов и средств снижения погрешностей навигационных решений. В первую очередь это достигается привлечением избыточных измерений (принятием информации от возможно большего числа навигационных спутников, совместной обработкой навигационных измерений и т.д.). В то же время необходимо иметь в виду, что результирующая погрешность определения местоположения определяется совместным влиянием погрешностей, имеющих различную физическую природу.

Вклад каждого из них варьируется в зависимости от атмосферных условий и качества оборудования. Кроме того, точность GPS может быть целенаправленно снижена Министерством обороны США в результате установки на спутниках так называемого режима намеренного загробления сигнала SA (Selective Availability – ограниченный доступ). Этот режим разработан для того, чтобы не дать возможному противнику тактического преимущества в определении местоположения с помощью GPS. Когда этот режим установлен, он создает наибольшую компоненту суммарной погрешности GPS.

В табл. 3 представлены экспериментальные данные, полученные представителями компании Trimble в апреле 2017 г. при демонстрации GPS-оборудования для геодезических целей в г. Новосибирске. Результаты подтверждают теоретические выводы: чем больше спутников участвуют в вычислениях координат, тем выше точность местоположения.

Таблица 3

№	ГНСС	Погрешность положения пункта, м
1	ГЛОНАСС	0,35
2	GPS	0,3
3	ГЛОНАСС+GPS	0,17
4	ГЛОНАСС+ BeiDou	0,25

Минимальная погрешность определения координат пункта, при прочих равных условиях, составила 17 мм и была получена при совместной обработке спутниковых сигналов двух систем ГЛОНАСС+GPS. Совместное использование систем ГЛОНАСС+ BeiDou повышает точность определения местоположения, погрешность составила 25 мм. Это свидетельствует о том, что завершение проекта BeiDou позволит освободиться от имеющейся зависимости от военных служб США.

Таким образом, в условиях обострившейся мировой политической обстановки, успешное использование ГЛОНАСС возможно при дальнейшем её совершенствовании и разработке совместных проектов с Китаем: ГЛОНАСС/BeiDou В данный момент идет активная работа по обеспечению взаимного размещения станций мониторинга ГЛОНАСС и BeiDou. Подписано совместное российско-китайское заявление о совместимости и взаимодополняемости этих систем и совместное заявление о сотрудничестве по применению навигационных систем в мирных целях.

Перспективным направлением развития спутниковых систем точного позиционирования в настоящее время является переход от временных (полевых) базовых станций к постоянно-действующим (стационарным) референсным станциям VIRTUAL REFERENCE STATION (VRS) [2].

Внедрение спутниковых технологий в различных отраслях требует обновления данных геодезической и топографической разведки. С 1 января 2017 г. вступило в силу постановление Правительства РФ «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы». Согласно постановлению особое внимание уделяется определению фундаментальных геодезических постоянных, параметров фигуры и гравитационного поля Земли с целью уточнения координат и высот пунктов ГГС в срок до 1 января 2021 г. [3].

Область применения ГЛОНАСС постоянно расширяется. В настоящее время в соответствии с Федеральной целевой программой «Социально-экономическое развитие Республики Крым и города Севастополь до 2020 года» правительством Крыма осуществляются мероприятия, направленные на использование ГЛОНАСС на транспортных магистралях и в сельскохозяйственных зонах Крыма [4].

Главное управление по обеспечению безопасности дорожного движения МВД России опубликовало план реализации Стратегии безопасности дорожного движения на 2018-2024 годы, утвержденной Правительством Российской Федерации. «ЭРА-ГЛОНАСС» – социально значимый проект федерального масштаба, направленный на снижение тяжести последствий дорожно-транспортных и иных происшествий на автомобильных дорогах за счет сокращения времени передачи информации в экстренные оперативные службы и повышения оперативности оказания первой помощи пострадавшим [5].

В настоящее время поставлены две приоритетные задачи, с решением которых система ГЛОНАСС будет доведена до высокого уровня.

Одна из них – это создание локальных и региональных систем непрерывного спутникового контроля устойчивости инженерных потенциально опасных объектов и деформаций земной поверхности в сейсмоопасных зонах на базе ГЛОНАСС.

Вторая задача – разработка и серийное производство бытовых ГЛОНАСС-приемников для потребителей, которых бы устроил недорогой прибор, обеспечивающий точность позиционирования в системе геодезических координат «СК-95» в номинальном режиме измерений на уровне десятков метров, а в относительном – на уровне дециметров. Пользователям таких приемников должны предлагаться специальные топографические карты с нанесенной координатной сеткой. Такой единый комплект, в который бы входили: портативный ГЛОНАСС-приемник, набор топографических карт и, который бы стоил не дороже обычного сотового телефона, устроил бы большую часть жителей России. Однако выпуск массовой отечественной аппаратуры ГЛОНАСС не будет осуществлен до тех пор, пока производители не будут уверены в окупаемости продукта и спроса на него. Система достаточно затратная, но она судьбоносна для всей России, а особенно для Вооруженных сил сейчас и в будущем.

Список литературы:

1. Федеральная космическая программа на 2016-2030 г. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://asf.ural.ru/VNKSF/Itogi/re_v22/Nauka/Presentazii/11/Arapov.pdf
2. Корецкая, Г. А. Обоснование необходимости создания референчных сетей в Кузбассе / Г. А. Корецкая и [др.] - Кемерово: Вестник КузГТУ, 2017 - С. 36-44.
3. Постановление РФ от 24 ноября 2016 № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы» – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://www.referent.ru/1/284311> (вступает в силу 01.01.2017).
4. Стратегия социально-экономического развития муниципального образования городской округ Симферополь Республики Крым на период до 2030 года – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://simadm.ru/media/uploads/userfiles/2017/12/26/_1462_-_D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%93%D0%98%D0%AF_%D0%B4%D0%BE_2030.pdf
5. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/g6BXGgDI4fCEiD4xDdJUwIxludPATBC12.pdf>