

О сотрудничестве государств – участников СНГ по интеграции наземных инфраструктур, использующих сигналы системы ГЛОНАСС

Введение

Сегодня трудно найти сферу социально-экономического развития, в которой не могли бы использоваться услуги спутниковой навигации. Развитие экономики современного государства и благосостояние его граждан, международный авторитет страны и ее обороноспособность не в последнюю очередь зависят от уровня развития координатно-временных и навигационных технологий.

Спутниковая навигация дает возможность отслеживать координаты, направление и скорость движения различных объектов на земле, в воде и воздухе. Использование спутниковой навигации обеспечивает конечным потребителям – государственным органам, коммерческим, научным и образовательным организациям, а также физическим лицам пространственно-ориентированный доступ к информационным ресурсам, геоинформационным системам; позволяет осуществлять мониторинг местоположения людей, животных и имущества, перемещения высокоценных грузов; координировать действия экипажей экстренных служб; проводить оперативный мониторинг состояния железнодорожных путей.

В настоящее время глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) становятся неотъемлемой частью мировой глобальной инфраструктуры. Одной из мировых тенденций в области информатизации решения широкого спектра социально-экономических задач в интересах потребителей является возрастание роли космических средств координатно-временного обеспечения (КВНО), привлекаемых к высокоточному определению координат места объектов, параметров их движения и пространственной ориентации.

Это определяет необходимость международной кооперации в области развития и использования средств спутниковой навигации в направлениях обеспечения совместимости и взаимодополняемости ГНСС и скоординированных действий по их применению.

Результатом международного сотрудничества в области спутниковой навигации может быть фактическое создание единой международной ГНСС, состоящей из национальных систем под независимым национальным управлением, которые в части гражданских услуг используют единые согласованные стандарты по системам координат, времени и навигационным сигналам.

Создание интегрированной международной навигационной системы позволит существенно повысить качество и надежность услуг в области спутниковой навигации, привлечет больше пользователей и расширит сферу применения навигационных систем.

Развитие мировых ГНСС идет по пути повышения точности и доступности позиционирования, обеспечения целостности навигационного поля, а также расширения доступных услуг. Функциональные дополнения ГНСС предоставляют потребителям дополнительную информацию, которая

позволяет повысить точность и достоверность определения пространственных координат, скорости движения и времени.

Международное сотрудничество по координации программ развития глобальных навигационных спутниковых систем

За последние годы своего развития ГНСС и их функциональные дополнения стали основой систем координатно-временного и навигационного обеспечения развитых стран, существенным элементом государственных и частных секторов мировой экономики. С одновременным функционированием нескольких ГНСС возрастает необходимость координации программ их развития между государствами – владельцами таких систем, а также международными организациями, непосредственно связанными с развитием и использованием ГНСС.

В настоящее время в мире созданы или находятся в стадии развертывания шесть навигационных спутниковых систем:

четыре глобальные системы:

– российская глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС);

– американская ГНСС Global Positioning System (GPS);

– китайская система BeiDou;

– европейская система Galileo)

и две региональные системы:

– индийская ГНСС Navigation with Indian Constellation (NAVIC);

– японская ГНСС Quasi-Zenith Satellite System (QZSS).

Система глобального позиционирования GPS – спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение объекта. Позволяет почти при любой погоде определять местоположение в любой точке Земли (исключая приполярные области) и околоземного космического пространства.

Навигационная система BeiDou –спутниковая система навигации, предоставляет два вида глобальных и два вида региональных услуг. Глобальными услугами являются услуги с открытым и санкционированным доступом. Региональные услуги – это услуга широкозонной дифференциальной коррекции и услуга передачи коротких сообщений.

NAVIC –спутниковая система навигации, обеспечивающая только региональное покрытие самой Индии и частей сопредельных государств.

QZSS – спутниковая система синхронизации времени и одна из систем дифференциальной коррекции для GPS, сигналы которой доступны в Японии. QZSS предназначена для мобильных приложений, предоставления услуг связи (видео-, аудио- и другие данные) и глобального позиционирования. QZSS предоставляет ограниченную точность услуг позиционирования и по существующей спецификации не работает в автономном режиме.

Galileo – совместный проект спутниковой системы навигации Европейского союза и Европейского космического агентства, предназначенной для решения геодезических и навигационных задач.

Международное сотрудничество, направленное на обеспечение совместимости и взаимодополняемости ГНСС, осуществляется в рамках международных организаций, а также на основе многостороннего и двустороннего сотрудничества государств – владельцев таких систем.

К международным организациям, под эгидой которых развивается сотрудничество в области координатно-временного и навигационного обеспечения, относятся:

Международный комитет по ГНСС (МГК), созданный по инициативе Генеральной Ассамблеи ООН;

Международная служба глобальных навигационных спутниковых систем;

Международная служба лазерной дальнометрии;

Международная служба вращения Земли;

Комиссия по авиационным радиотехническим средствам;

Международная организация гражданской авиации (International Civil Aviation Organization, ICAO).

В рамках МГК реализуется проект по созданию международной системы мониторинга и оценки характеристик ГНСС, в том числе системы ГЛОНАСС, активное участие в котором принимают представители Российской Федерации. Также под эгидой МГК разрабатываются рекомендации, направленные на выявление и снижение влияния радиочастотных помех на сигналы ГНСС, в том числе на сигналы системы ГЛОНАСС.

В целях увеличения точности навигационных определений у потребителей и оценки целостности радиосигналов навигационных спутников систем ГЛОНАСС и GPS в России создана Система дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), главная функция которой – обеспечение воздушных судов гражданской авиации высокоточным навигационным сервисом Satellite Based Augmentation System (SBAS), позволяющим судам выполнять операции захода на посадку строго в соответствии с международными регламентами ICAO. К системам данного класса в настоящее время относятся: WAAS, EGNOS, BeiDou, MSAS, GAGAN.

WAAS (Wide Area Augmentation System) – глобальная американская система распространения дифференциальных поправок. Разработана в США для повышения точности позиционирования и достоверности данных навигационных GPS. В состав наземного сегмента WAAS входят широкозонные контрольные станции мониторинга, предназначенные для контроля и наблюдения за состоянием навигационного поля, расположенные на территориях Канады, Мексики, Пуэрто-Рико и США.

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) – европейская геостационарная служба навигационного покрытия, предназначенная для улучшения работы систем GPS, ГЛОНАСС и Galileo на территории Европы. Зона действия EGNOS охватывает всю Европу, север Африки и небольшую площадь европейской части России. EGNOS пока не имеет наземных станций в России, что означает невозможность применения системы на большей части территории России. На всей территории Украины (за исключением восточных областей) прием сигналов спутников EGNOS возможен даже простыми

бытовыми приемниками. Система EGNOS также не имеет наземных станций в Украине, практическая польза ее сигналов варьируется от большой (Карпаты) до предельно низкой (Донецкая, Луганская области).

MSAS (Japanese Multi-functional Satellite Augmentation System) – японская спутниковая навигационная система, предназначенная для дополнения системы GPS путем сообщения о надежности и точности (а затем улучшения) сигналов.

GAGAN (GPS Aided Geo Augmented Navigation) – индийская спутниковая система дифференциальной коррекции. В рамках российско-индийского соглашения о взаимодействии в области исследования и использования космического пространства в мирных целях, которое предусматривает совместное развитие, эксплуатацию и использование системы ГЛОНАСС, планируются работы по взаимному размещению наземных станций сбора измерений ГЛОНАСС и NAVIC.

Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС

Система ГЛОНАСС предназначена для оперативного глобального обеспечения неограниченного числа потребителей – наземного, морского, воздушного и космического базирования – навигационной информацией и сигналами точного времени.

Система ГЛОНАСС в расширенной конфигурации включает:

космический комплекс системы ГЛОНАСС, состоящий из орбитальной группировки, средств выведения, наземного комплекса управления;

функциональные дополнения, в том числе широкозонную систему функционального дополнения ГНСС – систему дифференциальных коррекций и мониторинга, а также региональные и локальные системы мониторинга и дифференциальной навигации;

систему высокоточной апостериорной эфемеридно-временной информации;

средства фундаментального обеспечения ГЛОНАСС – системы оперативного определения параметров вращения и ориентации Земли, системы формирования государственной шкалы всемирного скоординированного времени, геодезической основы Российской Федерации;

навигационную аппаратуру потребителей.

СДКМ – широкозонную систему дифференциальной коррекции для системы ГЛОНАСС (в перспективе СДКМ с комплексов функциональных дополнений (КФЛ).

СДКМ (СДКМ-КФД) обеспечивает точность на уровне единиц дециметров, соответствующую требованиям стандартов SBAS ICAO. Основным потребителем системы – гражданская авиация. Также СДКМ предоставляет сервис местоопределения с повышенными точностными характеристиками для широкого круга потребителей, находящихся на расстоянии до 3 тыс. км от ближайшей базовой станции.

Сотрудничество государств – участников СНГ по интеграции наземных инфраструктур, использующих сигналы системы ГЛОНАСС

Нормативно-правовой основой сотрудничества государств – участников СНГ в области использования и развития системы ГЛОНАСС являются Конвенция Содружества Независимых Государств о сотрудничестве в области исследования и использования космического пространства в мирных целях от 28 сентября 2018 года и Соглашение об осуществлении совместной деятельности государств – участников Содружества Независимых Государств в области исследования и использования космического пространства в мирных целях от 2 ноября 2018 года.

К основным направлениям сотрудничества государств – участников СНГ в области использования и развития системы ГЛОНАСС относятся:

- интеграция наземных инфраструктур государств – участников СНГ;
- создание электронной компонентной базы для разработки унифицированных модулей навигационной аппаратуры потребителей;
- разработка конкурентоспособной навигационной аппаратуры и средств функциональных дополнений потребителей системы ГЛОНАСС;
- развитие системы доведения до потребителей корректирующих данных и информации о состоянии навигационных полей глобальных навигационных спутниковых систем.

В рамках сотрудничества государств – участников СНГ по интеграции наземных инфраструктур, использующих сигналы системы ГЛОНАСС, на территориях Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации установлены унифицированные станции сбора измерений (УССИ) системы ГЛОНАСС, которые входят в глобальную сеть наземных станций мониторинга, создаваемую в рамках СНГ, для обеспечения и взаимодополняемости системы ГЛОНАСС с другими навигационными системами и повышения точности и надежности предоставляемых гражданских навигационных услуг.

УССИ системы ГЛОНАСС в Республике Армения была открыта 14 декабря 2018 года на территории Бюраканской астрофизической обсерватории им. В.А.Амбарцумяна.

В Республике Беларусь УССИ системы ГЛОНАСС размещена в г. Минске. УССИ работает в непрерывном режиме в составе высокочастотного комплекса широкозонного функционального дополнения глобальных навигационных спутниковых систем и обеспечивает выполнение следующих задач:

- непрерывное слежение за сигналами с навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС, а также за открытыми сигналами систем Galileo, BeiDou, QZSS, SBAS;
- проведение текущих навигационных параметров;
- проведение измерений метеорологических параметров;
- выдача принятой, измеренной информации и информации о функционировании.

В Республике Беларусь развернута и функционирует Спутниковая система точного позиционирования Республики Беларусь (ССТП РБ), обеспечивающая получение координат и высот пунктов геодезического и съемочного обоснования топографических съемок, определение на местности границ земельных участков, межевых знаков и поворотных точек границ городской черты, а также центров фотографирования аэрофотокамеры в заданной системе координат. ССТП РБ используется для координатного обеспечения других видов кадастров (градостроительный, лесной, водный), планирования территорий, проектно-изыскательских работ в строительстве, исполнительных съемок и других видов работ. Обеспечивается точность позиционирования 1–2 см в плане и 3 см по высоте (услуги оказываются на платной основе).

В Республике Казахстан размещены две УССИ системы ГЛОНАСС в городах Нур-Султане и Кызылорде, В Казахстане развернута и функционирует Система высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан (СВСН РК).

Основной услугой СВСН РК является предоставление пользователям корректирующей информации к сигналам ГНСС (ГЛОНАСС/GPS). К областям применения СВСН относятся точное картографирование и геодезия; землеустройство и кадастр; сельское хозяйство; всепогодная высокоточная навигация; обеспечение строительных работ; системы управления движением и оптимизация маршрутов; проведение мониторинга мостов, дамб, зданий, плотин и других конструкций, требующих наблюдения за деформациями; системы учета деформации рельсовых путей (требуются дополнения для возможности полного измерения геометрии пути); фиксирование деформации земной коры; прокладка линий подземных коммуникаций; геологоразведочные работы, привязка геологических разработок и шурфов; национальная безопасность и др.

Создание Системы навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ

Учитывая наличие наземных инфраструктур государств – участников СНГ, их состояние и ближайшие перспективы развития, а также имеющийся научно-технический, технологические и производственные ресурсы государств – участников СНГ, в настоящее время рассматривается вопрос о создании Системы навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ.

Уникальное географическое положение государств – участников СНГ предопределяет их высокий потенциал в осуществлении транзитных операций между странами Европы и Североатлантического региона, с одной стороны, и странами Центральной и Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона, с другой стороны.

Транспортные возможности государств – участников СНГ относятся к конкурентным преимуществам наряду с их природными ресурсами и географическим положением.

Без надежного навигационного обеспечения невозможно поддержание требуемого уровня безопасности при использовании всех видов транспорта: воздушного, водного и наземного. Осуществление мультимодальных межгосударственных перевозок определяет потребность в гарантированном обеспечении заказчиков и поставщиков услуг надежной навигационной информацией в соответствии с международными требованиями.

Радионавигационные системы государств – участников СНГ должны выстраиваться и развиваться как гармонизированные части единой структуры, объединяемые как на уровне СНГ, так и общемировом уровне.

Сложность спутниковых и наземных радионавигационных систем, многообразие заказчиков, исполнителей и потребителей навигационных услуг, а также ресурсные ограничения обуславливают необходимость применения скоординированного подхода при решении задач поддержания, развития и использования радионавигационных полей.

В настоящее время ГНСС используются в значительном числе приложений. Точностные характеристики существующих ГНСС удовлетворяют потребностям широкого круга потребителей. Однако существуют области, которые требуют более высокой точности позиционирования.

Другой задачей, напрямую связанной с надежностью навигации потребителя, является информирование потребителей о целостности навигационных полей ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou, т.е. передача потребителям своевременных и достоверных предупреждений о неисправностях спутников навигационных систем.

Корректирующая информация представляет собой оценки погрешностей измерений и данные о целостности навигационного поля ГНСС, которые учитываются потребителями при их навигационных определениях и позволяют устранить соответствующие составляющие суммарной ошибки определения местоположения.

Для обеспечения устойчивости функционирования и повышения точности позиционирования необходимы разработка и внедрение мультисистемной навигационной аппаратуры потребителей, обеспечивающей прием и обработку корректирующей информации к ГНСС, формируемой российским функциональным дополнением ГНСС – СДКМ и СДКМ-КФД.

Система навигационного сервиса повышенной точности может быть создана с использованием существующих систем и технологий доведения до потребителя корректирующих данных и информации о целостности ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou.

Система будет передавать дополнительную информацию об ионосферных и тропосферных задержках, а также сможет обеспечить передачу потребителям коротких сообщений: предупреждения о возможных чрезвычайных ситуациях; различные сигналы тревоги и др.

Для приема, обработки навигационных сигналов и приведенной выше дополнительной передаваемой информации должен быть разработан многосистемный многодиапазонный модуль приемника сигналов ГНСС на основе электронной компонентной базы (ЭКБ) разработки государств – участников СНГ.

В ходе проведения работы должна быть решена комплексная задача по созданию навигационного сервиса повышенной точности, включающая создание системы формирования и доведения до потребителей навигационной и дополнительной информации, унифицированных модулей приемной навигационной аппаратуры потребителей и ЭКБ разработки государств – участников СНГ.

Комплексная задача создания навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ потребует решения целого ряда научно-технических, производственно-технологических, юридических и организационно-финансовых задач.

К числу научно-технических и производственно-технологических задач прежде всего следует отнести следующие:

- разработка и согласование предложений по созданию единой системы формирования и передачи потребителям корректирующих данных, информации целостности ГНСС и дополнительной информации;

- разработка и согласование предложений по форматам и способам распространения корректирующих данных, информации целостности ГНСС и дополнительной информации;

- разработка унифицированного модуля приемной навигационной аппаратуры с использованием ЭКБ производства государств – участников СНГ;

- разработка комплекта микросхем сверхбольшой интегральной схемы и специализированных компонентов для построения многосистемного многодиапазонного модуля приемника сигналов ГНСС;

- разработка многосистемного многодиапазонного модуля приемника сигналов ГНСС на основе ЭКБ разработки государств – участников СНГ для создания навигационной аппаратуры потребителей;

- анализ технологических возможностей производств государств – участников СНГ по выпуску компонентов для аппаратуры и определение возможной номенклатуры для производства;

- разработка предложений по локализации производства чипсетов наземная аппаратура потребителей ГНСС с учетом перспектив развития производственно-технологических мощностей государств – участников СНГ.

Рассматривается возможность участия в создании Системы навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ предприятий и организация Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации.

Координацию работ по созданию Системы навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ будет осуществлять Межгосударственный совет по космосу.

Планируемые результаты функционирования Системы навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ

В результате совместной деятельности заинтересованных министерств и ведомств государств – участников СНГ должна быть разработана система передачи корректирующих данных и информации о целостности ГНСС для потребителей государств – участников СНГ. Данная система может быть использована для повышения качества навигации в различных регионах СНГ. Для передачи данных система будет использовать как Интернет, так и спутниковые каналы передачи информации. Также будут распространяться информация о различных чрезвычайных ситуациях и передаваться сигналы тревоги.

Для потребителей сервиса повышенной точности будут разработаны унифицированные типовые модули приема и обработки навигационных данных ГНСС и дополнительных информационных сообщений. В качестве элементной базы используются разработанные компоненты производства государств – участников СНГ.

Создаваемая Система навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ в отличие от СДКМ-КФД обеспечит улучшение качества и расширение зоны обслуживания за счет использования измерительных данных, получаемых от наземных космических инфраструктур государств – участников СНГ.

Практическое применение результатов выполнения данного проекта заключается в формировании технологии доведения до потребителей информации о задержках навигационных радиосигналов при прохождении в атмосфере (ионосфере и тропосфере). Ионосферные возмущения являются одной из составляющих частей комплекса космической погоды в околоземном космическом пространстве и оказывают существенное влияние на функционирование современных технологических систем связи, навигации, локации, энергетики, космической техники.

Помимо навигационных данных, предлагаемый сервис будет осуществлять передачу сообщений о чрезвычайных ситуациях, сигналов тревоги и др.

Внедрение Системы навигационного сервиса повышенной точности для потребителей государств – участников СНГ обеспечит повышение эффективности при решении следующих задач:

в сфере **наземного транспорта:**

уменьшение числа дорожно-транспортных происшествий, а также погибших и пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях, снижение времени реагирования на дорожно-транспортные происшествия;

сокращение времени нахождения в пути, повышение привлекательности общественного транспорта;

повышение качества расходования бюджетных средств;

в сфере **поиска и спасательных работ:**

оперативное прибытие бригад медиков и спасателей к местам чрезвычайных происшествий для оказания помощи пострадавшим;
отслеживание местоположения и передвижения групп пожарных;
в сфере **персональной навигации**:

развитие социальных систем, предусматривающих помощь людям с ограниченными возможностями здоровья или малолетним детям;

Справочно: используя навигационное оборудование с голосовым интерфейсом, незрячий человек может определить свой путь в магазин, поликлинику и т.д. Обладатели подобных устройств могут в случае возникновения опасности или резкого ухудшения самочувствия вызвать экстренную помощь, нажав тревожную кнопку. Индивидуальный спутниковый трекер может помочь родителям в режиме онлайн отслеживать местонахождение своего ребенка с целью контроля его безопасности.

в сфере **авиации**:

маршрутная навигация и заход на посадку воздушных судов в сложных метеорологических условиях;

посадка самолетов малой авиации на необорудованные аэродромы;

повышение безопасности вертолетовождения;

повышение точности навигации беспилотных летательных аппаратов;

в сфере **водного транспорта**:

проводка судов и маневрирование в сложных условиях (шлюзы, порты, каналы, проливы, ледовая обстановка), навигация на внутренних водных путях, мониторинг и учет флота, спасательные операции;

в сфере **геодезии и картографии**:

ускорение и удешевление процесса создания карт и их актуализации – в ряде случаев отпадает необходимость в дорогостоящей аэрофотосъемке или трудоемкой топографической съемке;

в сфере **исследования и защиты окружающей среды**:

развитие методов и средств, предназначенных для решения фундаментальных задач геодинамики, формирования Земной системы координат, построения модели Земли, измерения приливов, течений и уровня моря;

определение и синхронизация времени, локализации разливов нефти, рекультивации земель после захоронений опасных отходов;

изучение сейсмических процессов;

Справочно: с помощью спутниковых данных более точно, чем через наземное оборудование, можно фиксировать процессы смещения тектонических плит. Помимо этого, возмущения в ионосфере, зафиксированные при помощи навигационных спутников, предоставляют ученым данные о приближающихся подвижках земной коры. Таким образом, глобальная спутниковая навигация позволяет прогнозировать землетрясения и минимизировать их последствия для человека. Технологии на основе системы ГЛОНАСС помогают также осуществлять контроль за автомобильными и железными дорогами на лавиноопасных участках в горных местностях.

в сфере **строительства**:

мониторинг строительной техники, смещения дорожного полотна, деформаций линейных стационарных объектов;

беспилотное управления дорожно-строительной техникой;

определение местоположения географических объектов с сантиметровой точностью при прокладке нефте- и газопроводов, линий электропередачи, уточнение параметров местности при возведении зданий и сооружений, дорожном строительстве;

оперативная передача информации о состоянии сложных инженерных сооружений, потенциально опасных объектов, таких как плотины, мосты, туннели, промышленные предприятия, атомные электростанции. При помощи спутникового мониторинга у специалистов своевременно появляются сведения о необходимости дополнительного диагностирования этих сооружений и их ремонта;

в сфере **сельского хозяйства** – повышение эффективности возделывания аграрных культур и расходования финансовых средств.