

Е. Т. Скорик

Центральный НИИ навигации и управления Минпромполитики Украины, Киев

НОВАЯ СПУТНИКОВАЯ РАДИОНАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТА GALILEO

Аннотация: Рассмотрены назначение, структура и основные характеристики европейского проекта спутниковой радионавигационной системы Galileo (такие, как орбитальная группировка спутников, режимы работы системы, типы, частоты и коды радиосигналов).

Ключевые слова: спутниковая радионавигация, космические аппараты, радиосигналы, частоты и коды.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТЕ

Европейский Союз (ЕС) в лице Еврокомиссии и Европейского космического агентства (European Space Agency – ESA) инициировал разработку новой спутниковой радионавигационной системы (СРНС) под названием "Galileo" [1]. После проведения в течение нескольких лет разработок технических характеристик и структуры системы, а также всесторонних экономических обоснований проект вступил в практическую фазу, предполагающую запуск навигационных космических аппаратов (НКА) и создание наземной обеспечивающей инфраструктуры. Начальный этап практической эксплуатации первой очереди проекта планируется на 2008 год. Запуск на орбиту рабочего прототипа НКА проекта Galileo под обозначением Giove-A был успешно осуществлен 28 декабря 2005 г. с космодрома Байконур российским ракетоносителем "Союз". Специалисты ESA приступили к тестированию рабочих характеристик первого НКА проекта.

В Украине сопровождение проекта, включая подготовку соответствующих межправительственных документов (протоколов и соглашений), осуществляет Национальное Космическое Агентство Украины (НКАУ) как ведомство, отвечающее за планирование и реализацию отечественной космической программы. Применительно к спутниковой радионавигации работы координируются в соответствии с государственным документом "Программа обеспечения функционирования и развития государственной сети мониторинга глобальных навигационных спутниковых систем на период до 2010 года". В Программе указано, что "...наиболее рациональным путем для гарантированного обеспечения органов исполнительной власти, государственных служб и учреждений качественной спутниковой навигационной информацией есть создание Сети национального наземного дифференциального дополнения к системам ГЛОНАСС и GPS на базе средств Сети с обеспечением возможности дальнейшей интеграции в систему EGNOS, а в пер-

спективе – и в систему Galileo". 1 декабря 2005 г. на Саммите "Украина – ЕС" в г. Киеве было объявлено о подписании Соглашения о сотрудничестве Украины и Европейского сообщества (ЕС) по разработке проекта СРНС Galileo. Украина участвует в продвижении проекта в качестве базовой гражданской перспективной радионавигационной системы для народного хозяйства страны, в том числе для выполнения задач навигации и определения координат подвижных объектов всех типов.

Сведения о техническом облике нового проекта СРНС Galileo пока еще мало известны широкой научно-технической общественности страны, что обусловлено, в первую очередь, текущей фазой его развития. Естественно возникает вопрос: зачем нужна еще одна дорогостоящая и сложная система спутниковой навигации при наличии двух существующих – GPS и ГЛОНАСС? Для понимания этой большой проблемы приведем сведения о принципиальных ограничениях СРНС GPS и ГЛОНАСС.

2. ОГРАНИЧЕНИЯ СРНС GPS И ГЛОНАСС

В первую очередь следует отметить, что обе эти СРНС были заказаны, спроектированы, разработаны, введены в эксплуатацию и сейчас управляются военными ведомствами, соответственно, США и СССР (в настоящее время – Россия) с целью обеспечения глобальных интересов этих государств. Обе СРНС функционируют в беззапросном режиме. Это означает, что аппаратура пользователей (АП) систем работает только на прием. Поэтому применение этих СРНС ответственными гражданскими пользователями (например, авиацией при посадке самолетов и морскими судами при входе в акваторию порта) требует постоянного мониторинга радионавигационных полей СРНС для контроля их работоспособности, качества и точнос-

ти местоопределения в пределах оговоренных норм, а также для уверенности, что доступ к ним искусственно не ограничен в данный момент для гражданских пользователей по инициативе владельцев систем.

Подобное ограничение уже наблюдалось в случае СРНС Global Position System (GPS) при введении режима ограниченного (селективного) доступа SA (Selective Availability) в открытый код системы в глобальном масштабе и постановке помех в этот код войсками коалиции в региональных масштабах в местах локальных военных конфликтов на Балканах, в Ираке и Афганистане. Поэтому для надежного использования СРНС GPS в качестве национального средства другими государствами требуется разработка и применение каждой страной на своей территории средств мониторинга навигационных полей СРНС. Разработка такой национальной Сети мониторинга проводится в Украине в рамках упомянутой выше государственной программы.

Среднеорбитальная спутниковая радионавигационная система GPS (высота рабочих орбит НКА – 20 145 км) предназначена для нахождения координат пользователей в любом районе земного шара и в околоземном пространстве независимо от времени года, суток и метеоусловий. СРНС GPS в настоящее время сложилась как система двойного назначения. НКА GPS излучают на двух частотах два кода – открытый (доступный) код стандартной точности C/A на частоте L1 и закрытый (секретный) код P/Y с криптографией одновременно на частотах L1 и L2. Именно с целью значительного уменьшения точности позиционирования до 100 м на основе открытого кода руководством США был в свое время введен упомянутый выше режим селективного доступа SA. Директивой от 1 мая 2000 г. правительство США отменило режим SA для стимулирования использования СРНС GPS гражданскими пользовате-

лями по всему миру, а также широкого выпуска аппаратуры пользователей, в основном фирмами США. Одновременно в директиве было указано, что использование открытого кода СРНС GPS может быть ограничено в любой момент, когда правительство США сочтет опасным его применение для национальных интересов страны.

Тем не менее СРНС GPS в США определена как базовая система радионавигационного обеспечения всех групп пользователей радионавигационных услуг. Международная ассоциация гражданской авиации International Civil Aviation Organization (ICAO) определила СРНС GPS в качестве основного средства радионавигационного обеспечения в составе концепции CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance / Aviation Transport Management – связь, навигация, наблюдение/организация воздушного движения).

СРНС GPS является развивающимся самодостаточным радионавигационным средством. На сегодня в составе СРНС GPS функционируют 28 НКА на 6-ти орбитах (по проекту предусмотрено 24), в том числе 10 НКА нового поколения – Block IIR. Запланировано постепенное введение новых рабочих частот и типов сигналов. Так, 26 сентября 2005 г. был запущен на орбиту модернизированный НКА GPS Block IIR-M, излучающий новый широкополосный сигнал с закрытым кодом, так называемым высокоточным "файн-кодом" типа М на частотах L1M и L2M, и второй гражданский сигнал на частоте L2C.

СРНС ГЛОНАСС является близким аналогом СРНС GPS и определена в качестве базового средства для радионавигационного обеспечения всех групп пользователей в России. По проекту в СРНС ГЛОНАСС также предусмотрено 24 НКА на 3-х среднеорбитальных орбитах высотой 19 100 км. В настоящее время по причинам экономического характера в СРНС ГЛОНАСС эксплуатиру-

ется неполная группировка НКА СРНС ГЛОНАСС, что делает использование этой системы в качестве самодостаточной проблематичным.

В таких условиях Европейское сообщество и Европейское космическое агентство инициировали создание совершенно новой открытой СРНС в ходе выполнения проекта Galileo. Эта система будет управляться совместно гражданскими администрациями ЕС и ESA и иметь кроме общедоступного бесплатного навигационного сигнала ряд оплачиваемых (заказываемых по подписке) служб с гарантированным качеством навигационного обеспечения. Для НКА Galileo была выбрана новая среднеорбитальная группировка с лучшим геометрическим фактором их наблюдения. Одновременно запланировано также освоение ряда новых частот и специальных широкополосных сигналов.

3. МОДЕЛЬ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВ ПРОЕКТА GALILEO

Модель орбитальной группировки ("созвездия") СРНС Galileo была исследована на самой первой фазе разработки проекта, известной под названием Galileo Sat Definition Phase [2]. Модель использует группировку из 30-и НКА на 3-х средних орбитах МЕО (Middle Earth Orbit) высотой 23 616 км с наклоном плоскостей орбит 56° . Отметим, что наклон 6-ти орбит группировки НКА СРНС GPS равен 55° , а 3-х орбит СРНС ГЛОНАСС – $64,8^\circ$. Величина наклона орбит СРНС Galileo выбрана с целью обеспечения лучшей наблюдаемости группировки в средних широтах северного полушария.

Тип группировки СРНС Galileo носит условное обозначение "Walker 27/3/1" по имени автора разработок моделей космических группировок. Цифры означают количе-

ственное наполнение буквенных условных общих обозначений моделей $T/P/F$, а именно: $T = 27$ – число симметрично размещенных в пространстве НКА; $P = 3$ – число плоскостей орбит. Тогда $T/P = 9$ – есть число НКА, равноудаленных (симметричных) в каждой орбитальной плоскости. В группировке используются также три дополнительных активных НКА (по одному на каждой орбите), размещенных в промежутках между равноудаленными НКА. Параметр $F = 1$ характеризует специфическую геометрию группировки в части межплоскостной фазировки орбит через 360° по возвышениям узлов (*ascending node*). Группировка НКА Galileo обеспечивает наблюдаемость не меньше 9-и спутников на открытой местности в зоне выше 10° над горизонтом. Девять следов НКА в каждой точке на поверхности Земли наблюдаются каждые $1\frac{2}{3}$ оборота НКА в сутки. Заметим, что для получения навигационных определений в трех плоскостях (широта, долгота и высота) в пассивных СРНС требуется не мень-

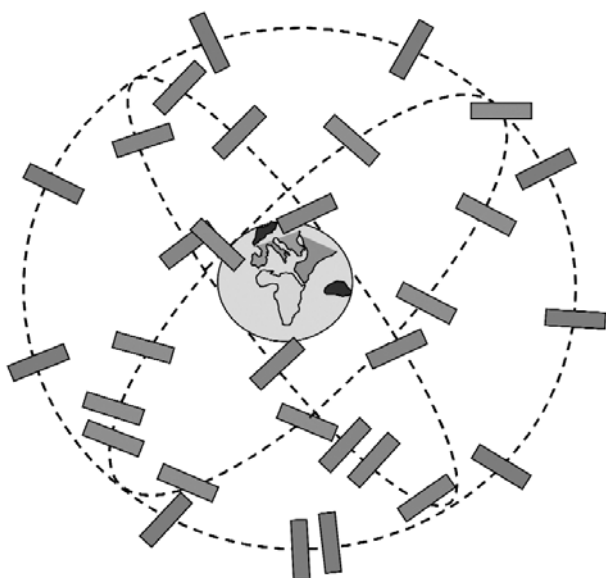
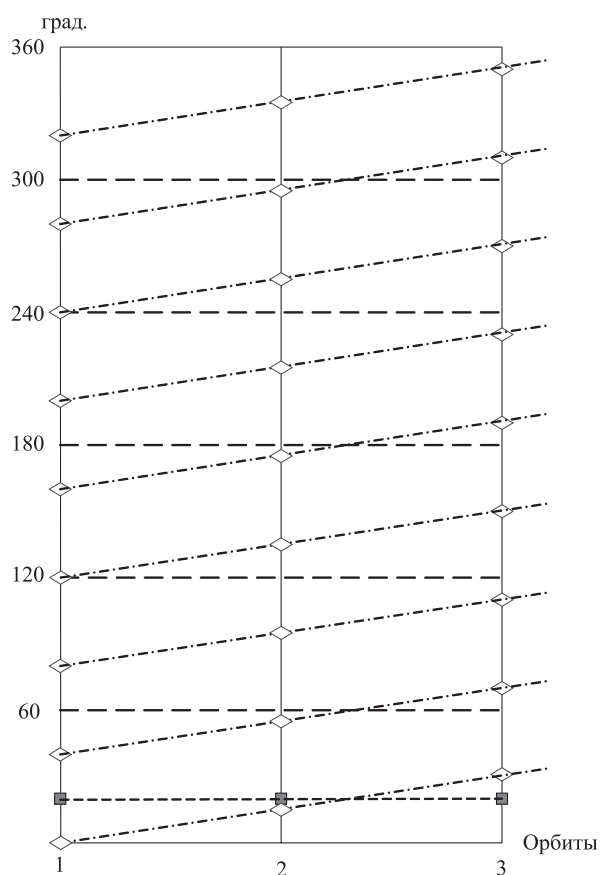


Рис. 1. Пространственная схема группировки НКА Galileo

ше 4-х одновременно наблюдаемых НКА. При этом обеспечивается также привязка аппаратуры пользователя к шкале времени СРНС.

Группировка НКА Galileo при данной геометрии и высоте орбит повторяется в небе примерно каждые 24 часа, в то время как движение каждого спутника относительно Земли повторяется каждые трое суток. Все это определяется выбором фазировки орбит, числом вращений НКА в сутки и числом следов спутников на поверхности Земли.

На рис. 1 показана пространственная схема группировки НКА Galileo, а на рис. 2 – развертка орбит группировки. На развертках



На схеме показано прямое восхождение узлов НКА, град.

Рис. 2. Схема развертки орбит группировки НКА Galileo

орбит ромбиками показаны узлы – места установки 27-и симметричных НКА, а квадратами – места установки 3-х дополнительных НКА. Авторы [2] показали, что такое размещение НКА имеет преимущество по геометрическому фактору (в сравнении с чисто симметричным размещением тех же 30-и НКА) при деформации группировки НКА в процессе его эксплуатации, когда наблюдается вероятностный выход из строя отдельных НКА. Плановый (так называемый "номинальный" – гарантированный по параметрам СРНС) срок службы группировки в составе 27+3 начинается через два года после ее запуска и рассчитан на 10 лет безотказной эксплуатации. Через 13 лет после запуска группировки наступает отказ одного НКА при вероятности 0,95 (режим "Деградация 1"), через 6 месяцев после этого вероятностный от-

каз второго (режим "Деградация 2"). Пока будет подготовлено восполнение группировки в точках вышедших из строя НКА, в эти точки орбит переводятся активные аппараты из числа дополнительных. Восполнение планируется с помощью зарекомендовавшего себя относительно надежности ракетносителя "Союз", который может осуществлять оптимизированный по стоимости групповой запуск 2-х навигационных аппаратов.

4. СТРУКТУРА СРНС GALILEO

На рис. 3 приведена обобщенная структура СРНС Galileo. Структура состоит из трех основных крупных частей:

- космического сегмента собственной группировки среднеорбитальных МЕО и геостационарных GEO (Geostationary Earth

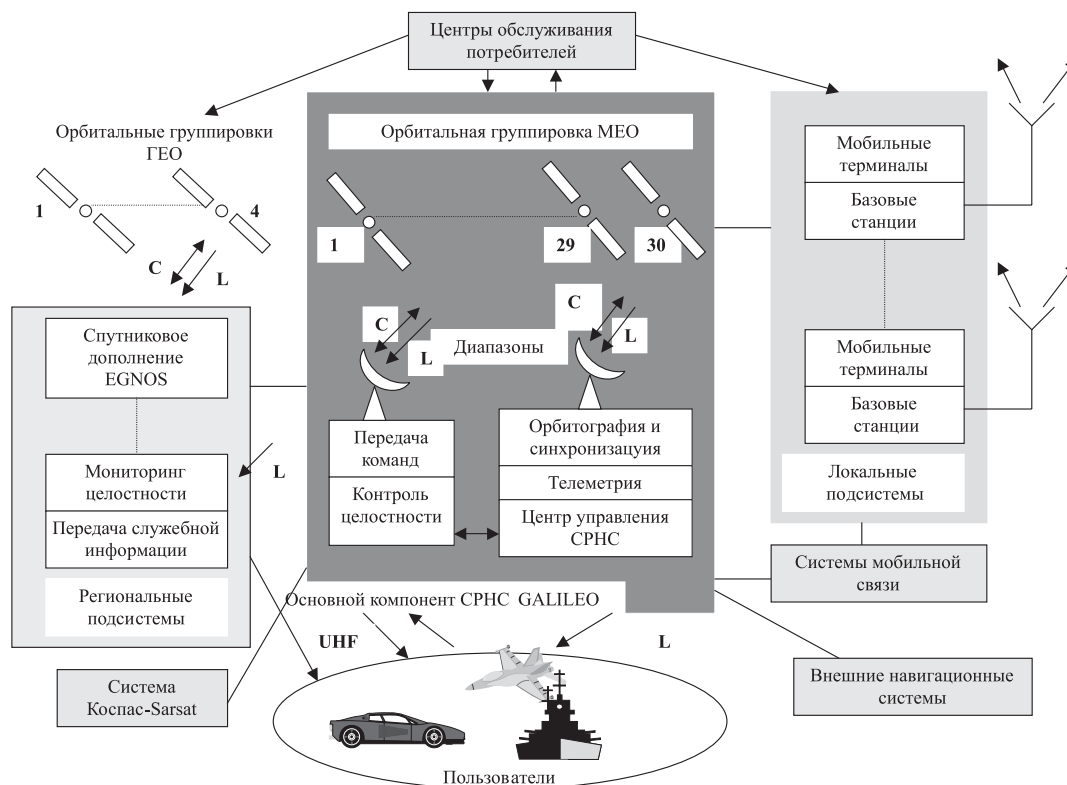


Рис. 3. Обобщенная структура СРНС Galileo

Orbit) НКА космического дополнения SBAS (Space Based Augmentation System) к СРНС европейского проекта EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service);

- наземной инфраструктуры включая комплекс управления;
- пользовательского сегмента в виде аппаратуры пользователей.

В первую очередь отметим открытый характер структуры системы. Имеется в виду, что в структуру заложены центры обслуживания пользователей СРНС и наличие в ней кроме основного компонента системы также локальных и региональных подсистем. Впервые в СРНС Galileo в режиме S&R (Search and Rescue Service – служба поиска и спасения) предусматривается сопряжение с существующей системой поиска и спасения людей, терпящих бедствие на море и в труднодоступных регионах Земли. Речь идет об известной системе Cospas-Sarsat, радиомаяки-ответчики которой излучают в диапазоне УНЧ. Космические аппараты СРНС Galileo будут ретранслировать сигналы около 300-х радиомаяков этой системы, значительно расширяя их зону действия.

Предусмотрено также сопряжение с такими внешними навигационными системами, как наземная импульсно-фазовая радионавигационная система (ИФРНС) Лоран-С и такими связными мобильными космическими низкоорбитальными системами, как Globalstar и Orbcomm, имеющими в своем составе навигационные встроенные услуги GPS.

Работа системы Galileo базируется на 4-х ключевых службах:

Первая – это открытая общедоступная служба OS (Open Service) по обеспечению навигации и определения координат подвижных объектов с передачей данных по мобильной связи. Эти услуги предоставляются бесплатно.

Вторая служба связана с обеспечением безопасности движения SLS (Safety-of-Life Service) и гарантирует высокую вероятность (до 0,999) определения координат "с холодного старта" (с первого включения) в соответствии с требованиями для некоторых режимов ряда международных организаций, таких, как ICAO по авиации, IMO по морскому судоходству и др.

В задачи *третьей* службы – PRS (Public Regulated Service) – входит предоставление навигационной информации госструктурам, полиции, гражданской обороне, службе экстренной помощи и т. п. Основное требование к этой службе – защита информации от внешних воздействий (помех) и несанкционированных доступов со стороны незарегистрированных пользователей.

И, наконец, *четвертая*, коммерческая служба CS (Commercial Service) будет предоставлять гарантированные платные услуги зарегистрированным пользователям. В перечень услуг кроме услуг службы OS входит также передача дополнительных данных, используемых при управлении движением подвижных объектов, таких, как электронные карты и др.

Как видно из рис. 3, в состав СРНС Galileo входит также европейская подсистема широкозонного дополнения к СРНС GPS и ГЛОНАСС космического базирования EGNOS, ранее также разработанная ESA. Главными предпосылками создания подсистем этого класса является улучшение условий использования открытого кода С/А гражданскими пользователями СРНС GPS и ГЛОНАСС. В настоящее время EGNOS через ретрансляторы геостационарных связных спутников Inmarsat-3 излучает пользователям не только дополнительные навигационные сигналы типа GPS, но и служебные сообщения о целостности созвездий СРНС GPS и ГЛОНАСС. С целью обеспечения этих задач к проекту Galileo будут также подключены уже запущенные в марте и ноябре 2005 г.

на геостационарную орбиту 2 связных спутника нового поколения Inmarsat-4. Для их запуска был использован украинский ракетоноситель "Zenit-3SL" с морской пусковой платформы Sea Launch ("Морской старт"), размещенной в районе экватора у американского побережья Тихого океана.

5. ЧАСТОТНЫЙ ПЛАН И СИГНАЛЫ СРНС GALILEO

Для СРНС Galileo Международный союз электросвязи МСЭ (ITU – International Telecommunication Union) выделил рекордное число участков частотных полос: шесть пользовательских в диапазоне L и один служебный в диапазоне С. Частоты всех трех СРНС – Galileo, GPS, ГЛОНАСС – расположены достаточно компактно, причем для Galileo и GPS даже в перекрывающихся участках частотного спектра, что позволяет принимать их всех одним многоканальным радионавигационным приемным устройством. Частотная многоканальность СРНС Galileo, наряду с планируемыми широкополосными сигналами, гарантирует надежную помехоустойчивую работу системы, учет и компенсацию ионосферных погрешностей местоопределений

и, в конечном итоге, высокую точность навигации. Принципиальная возможность перекрытия частотных спектров СРНС Galileo и GPS состоит в том, что обе эти системы используют кодовое разделение сигналов CDMA (Code Division Multiple Access).

Всего в соответствии с решением ИТУ на проект Galileo выделено уникальное число рабочих частот и сигналов – всего 10 навигационных в общем диапазоне, обозначенном как RNSS – радионавигационная спутниковая служба, и один – на систему S&R в диапазоне частот 1 544–1 545 МГц (далее все частоты – в МГц). Эти частоты и сигналы показаны на частотном плане (рис. 4).

Четыре сигнала под обозначением E5a и E5b (синфазно и в квадратуре) в диапазоне 1 164–1 215. Из них одна пара сигналов E5a в диапазоне 1 164–1 215 (1 и 2 на рис. 4) на центральной частоте 1 176,45, по сути, использует совместно с СРНС GPS диапазон, выделенный для модернизации в последующих модификациях НКА GPS под обозначением L5. Сигнал 1 несет навигационное сообщение с информационным объемом 25 бит/с; сигнал 2 в квадратуре не несет никакой информации, немодулирован и используется в качестве пилот-сигнала. Еще одна пара сигнала

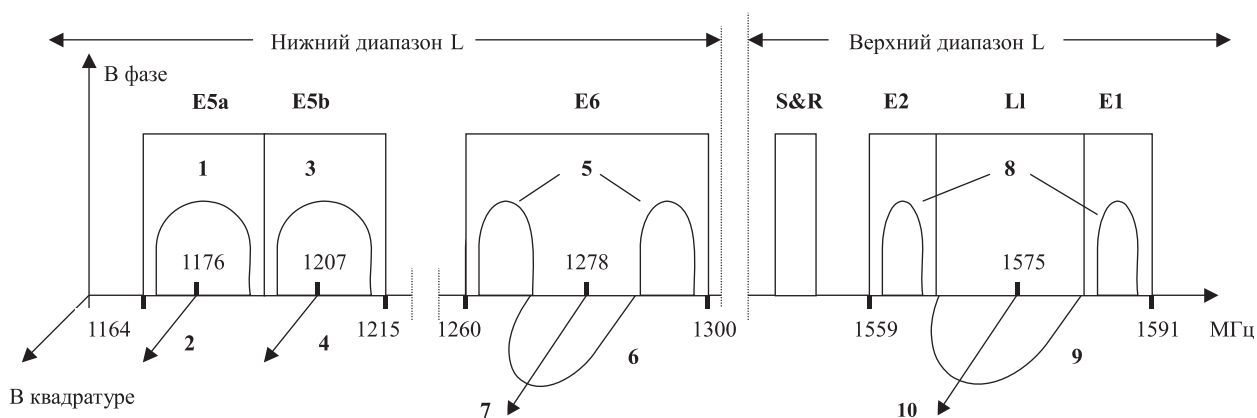


Рис. 4. Частотный план СРНС Galileo

лов E5b (3 и 4) расположена на центральной частоте 1 207,14 в диапазоне 1 188–1 215, из них сигнал 3 несет навигационное сообщение и данные 125 бит/с, включая сигналы целостности СРНС и S&R. Сигнал 4 в квадратуре, как и сигнал 2, немодулирован и используется в качестве пилот-сигнала.

Следует отметить, что сигналы E5a и E5b когерентны между собой. Их совместная обработка дает возможность увеличить точность СРНС и увеличить избыточность системы, в частности для смягчения влияния помех от авиационных приводных систем DME.

Три сигнала E6 в диапазоне 1 260–1 300 с центральной частотой 1 278,75. Из них сигнал 5 с расщепленным спектром (*split-spectrum*) используется либо для сервиса по подписке, либо для правительственной навигации с криптографической защитой для обеспечения безотказной работы в особый период. Расщепленный спектр используется для уменьшения интерференции между сигналами других RNSS-систем, работающих на близких несущих частотах. Сигнал с расщепленным спектром подобен спектру сигнала с балансной модуляцией с подавленной несущей. Ранее этот сигнал был рассмотрен как перспективный для модернизации GPS под обозначением "сигнал с кодом типа M" и применен в НКА GPS Block IIR-M. Проектанты СРНС Galileo использовали его в качестве своего рабочего сигнала.

Другой сигнал 6 этой пары защищен с помощью криптографии для коммерческого использования и обеспечивает высокое разрешение при дифференциальных применениях. Этот сигнал несет навигационное сообщение до 500 бит/с с добавленными данными для заказчика. Сигнал 7, как и сигналы 2 и 4, является немодулированным пилот-сигналом, что увеличивает его помехоустойчивость.

Наконец, три сигнала – E2, L1, E1 – излучаются в диапазоне 1 559–1 591 с цент-

ральной частотой 1 575,42 (диапазон L1 используется совместно с СРНС GPS). Из них один – сигнал 8, как и сигнал 5, имеет криптографию для правительственного применения в особый период, но в двух различных вариантах. Парный сигнал 9 несет объем данных 100 бит/с и совместно с сигналом SPS (код P/Y) GPS обеспечивает возможность приема и обработки их недорогим двухмодовым приемником. Сигнал 10 в квадратуре аналогичен сигналам 7, 2 и 4, т. е. представляет собой немодулированный пилот-сигнал. Пилот-сигналы могут также использоваться в специальной аппаратуре для высокоточных геодезических местоопределений по фазе несущей.

Данные всех информативных сигналов СРНС Galileo кодируются избыточным кодом с исправлением ошибок по Витерби со сверткой 1/2.

Все сигналы НКА СРНС Galileo у поверхности Земли, принимаемые на антенну без пространственного усиления (0 дБ), имеют уровень (-158) дБ, кроме двух из них (5 и 8), для которых этот уровень равен (-155) дБ. Эти уровни, как и для СРНС GPS, находятся ниже уровня входных тепловых шумов аппаратуры. Это означает, что сигналы СРНС как GPS, так и Galileo можно выделить из шумов только согласованными по коду корреляционными приемниками. При совместном использовании двух СРНС – GPS и Galileo – двухсистемный приемник должен быть рассчитан на корреляционный прием и демодуляцию кодовых сигналов 60-и НКА. В каждый данный момент обсервации над горизонтом в разных комбинациях может одновременно наблюдаться до 20–25-и НКА двух СРНС – GPS и Galileo.

6. ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА СРНС GALILEO

Спутниковая радионавигационная система Galileo представляет собой уникальный гло-

бальный проект системы массового обслуживания XXI в. Расчетная точность системы при геометрическом факторе принятой модели группировки НКА и выбранных параметрах сигналов составляет 4 м в горизонтальной плоскости и 8 м в вертикальной при доверительном интервале 0,95. Для многих применений на транспорте прогнозируемая точность системы Galileo будет достаточной для использования ее без дифференциальных поправок, вырабатываемых локальными подсистемами (см. рис. 3). Точность привязки к шкале времени системы UTC/TAI (Universal Time Coordinate/TAI) прогнозируется на уровне 50 нсек. В перспективе комбинированный приемник пользователя, принимающий и дешифрирующий сигналы трех независимых СРНС – Galileo, GPS, Глонасс – получает техническую возможность одновременно наблюдать и использовать для местоопределения и навигации больше 30-и НКА разных систем без потери реальной способности вычисления координат при любых степенях затенения горизонта в городах, горных и лесных массивах. Разработчики аппаратуры пользователей СРНС уже сейчас выпускают приемники, имеющие 24 перенастраиваемые канала приема СРНС (например, известная модель GG-24 фирмы Ashtech). И это не предел – опубликованы результаты разработки помехоустойчивых приемников спутниковых навигационных сигналов, имеющих на одном полупроводниковом чипе более 60-и каналов-корреляторов кодов СРНС.

Система Galileo дружелюбна к пользователю и оповещает его о своем рабочем состоянии. Подсистема мониторинга позволяет обнаруживать и оповещать пользователей о сбоях в бортовом оборудовании спутников за время, не превышающее 6 с (для сравнения: в GPS – только через 2 ч.). Впервые пользователь за особую плату получит гарантированную точность и надежность местоопределения непосредственно от подсистемы управ-

ления СРНС. Прием сигналов в перспективе на 6-ти рабочих частотах значительно улучшит помехоустойчивость системы.

На создание СРНС Galileo было выделено из бюджета ЕС около 3,2 млрд евро, из них на проектирование и разработку – до 1,1 млрд и на развертывание и начальную эксплуатацию системы – до 2,1 млрд. К настоящему времени общая стоимость проекта оценивается в 4 млрд евро.

В дальнейшем финансирование эксплуатации и восполнения группировки НКА планируется получать за счет платных услуг и за счет отчислений от продаж АП производства европейских фирм. По материалам международного комитета GPS Industry Council рынок продаж терминалов GPS, в основном производства фирм США, только для автотранспортных применений во всем мире превышает продажи для всех других применений этой спутниковой технологии, в том числе для военных нужд, авиации, морских средств, геодезии и географических информационных систем вместе взятых. В 2000 г. общий рынок АП GPS составил 8,5 млрд долл. США; он продолжает очень быстро развиваться и, по прогнозам, в 2010 г. достигнет 50 млрд долл. США. Промышленники ЕС рассчитывают, что после запуска в эксплуатацию СРНС Galileo значительная часть рынка производства и продажи терминалов СРНС будет сконцентрирована в ЕС. По оценкам европейских экспертов, уже через несколько лет общий рынок услуг этой системы достигнет 230 млрд евро.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование в Украине проекта СРНС Galileo совместно с эксплуатируемыми в настоящее время СРНС GPS и ГЛОНАСС позволит в перспективе значительно улучшить и гарантировать точность, надежность и доступность обслуживания потребителей навигационными услугами. В частности, существенно

улучшится наблюдаемость НКА в условиях города, ускорение захвата радионавигационных сигналов и их повторного захвата при возможном срыве навигации. Особо следует отметить, что пользование проектом СРНС Galileo гарантирует требуемую точность, надежность и доступность обслуживания. Это позволит в некоторых обоснованных случаях применять упрощенные системы мониторинга радионавигационных полей и даже, возможно, отказаться от дифференциального режима.

Все вышесказанное убеждает, что использование проекта СРНС Galileo в Украи-

не является перспективной альтернативой ныне эксплуатируемым СРНС GPS и особенно ГЛОНАСС. Поэтому планирование освоения проекта СРНС Galileo является актуальной инновационной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. European Commission and ESA. "Galileo". // Technical document on the definition on services, www.esadefinition. – 2002. – 66 p.
2. **G. Salgado and all.** Understanding Galileo. A New Model Constellation Availability. // Galileo World, Spring – 2001.– P. 30–35.

Є. Т. Скорик. НОВА СУПУТНИКОВА РАДІОНАВІГАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОЕКТУ GALILEO.

Анотація: Розглянуто призначення, структура і основні характеристики європейського проекту супутникової радіонавігаційної системи Galileo (такі, як орбітальне угруповання супутників, режими роботи, типи, частоти і коди радіосигналів).

Ключові слова: супутникова радіонавігація, космічні апарати, радіосигнали, частоти та коди.

E. T. Skoryk. THE NEW SATELLITE RADIONAVIGATION SYSTEM GALILEO.

Abstract: Purpose, structure and main characteristics (such as orbital satellite grouping, system operating modes, radiosignal types, frequencies and codes) of the european satellite radionavigation system Galileo have been considered.

Keywords: satellite radionavigation, space vehicles, radiosignals, frequencies and codes.

Надійшла до редакції 13.01.06
