

ОБОРУДОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ от ЗАО "КБ НАВИС" для различных применений

Г.К. Шульгин (ЗАО "КБ НАВИС")

Описано общее направление деятельности ЗАО "КБ НАВИС" в области создания новых технологий и различной навигационной аппаратуры, использующей сигналы спутниковых навигационных систем (СНС) ГЛОНАСС, GPS и их функциональных дополнений. Представлены система мониторинга трехмерных деформаций объектов инфраструктуры на базе навигационных модулей ГЛОНАСС/GPS, навигационно-связные датчики для мониторинга дорожного движения, бортовое оборудование спутниковой навигации.

Ключевые слова: спутниковая навигационная система, мониторинг, дифференциальный режим, навигационно-связные датчики, погрешность.

ЗАО "Конструкторское бюро навигационных систем" (ЗАО "КБ НАВИС") выпустило первые навигационные приемники ГЛОНАСС/GPS еще в 1984 г., когда только начиналось создание спутниковой навигационной системы (СНС) ГЛОНАСС. После принятия в начале 2000-х годов Федеральной целевой программы "Глобальная навигационная система" стало понятно, что система ГЛОНАСС может иметь коммерческое применение. Поэтому в 2002 г. руководством компании было принято решение о начале производства навигационных модулей коммерческого применения. Первым таким модулем стал "NAVIOR-14" – 14-канальный навигационный приемник СНС ГЛОНАСС/GPS. Дальнейшие работы в этом направлении позволили вывести на рынок еще четыре поколения навигационных модулей (модуль GNSS, "NAVIOR-24", СН-4706, NV08C), которые применяются во всем спектре навигационных изделий – авиационной, морской, высокоточной аппаратуре, в аппаратуре мониторинга транспорта. Новое поколение навигационных модулей (серии NV08C) было разработано с учетом потребностей потребительского рынка. Модули этой серии могут встраиваться в портативную аппаратуру, например, в автомобильные навигаторы, коммуникаторы и другую аналогичную технику потребительского сегмента (рис. 1).

Кроме поддержки работы модулей со всеми действующими глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНС) в модули NV08C были заложены возможности по работе с перспективными ГНС – европейской GALILEO ("КБ НАВИС" является участником ряда совместных проектов по разработке аппаратуры по заказу GALILEO) и китайской COMPASS (Beidou). Также все выпускаемые навигационные модули "КБ НАВИС" имеют возможность приема дополнительной информации (дифференциальных поправок), которая позволяет увеличить

точность навигационных определений до субметровой. Для этого в модулях реализована возможность приема и обработки данных в стандарте RTCM (данные, передаваемые контрольно-корректирующими станциями) и данных широкозонных дифференциальных систем SBAS. ЗАО "КБ НАВИС" является участником рабочей группы по разработке модернизированных сигналов, передаваемых спутниками орбитальной группировки ГЛОНАСС. Это позволяет учитывать перспективные сигналы при разработке навигационных модулей, что позволит применять выпускаемую сегодня аппаратуру без модернизации аппаратной части для работы с новыми сигналами.

Для высокоточных применений в "КБ НАВИС" совместно с партнерами разработаны системы, позволяющие определять относительные координаты с миллиметровой точностью.

Развитие прецизионных фазовых технологий ГЛОНАСС/GPS, позволяющих получить информацию о положении объекта по сигналам спутниковых навигационных систем в дифференциальном режиме с сантиметровой и даже миллиметровой точностью, позволило создавать системы наблюдения за движениями земной поверхности, оползнями, вулканами, деформациями чувствительных элементов строительных сооружений и геотехнического оборудования (плотин, мостов и т.п.) в режиме РВ.

На базе навигационных приемников NAVIOR-24 с фазовым выходом, выпускаемых ЗАО "КБ НАВИС" совместно с компанией ООО "ЗД спутниковая навигация", создан комплект программно-аппаратных модулей, нашедших применение в системах мониторинга трехмерных деформаций объектов инфраструктуры и контроля оползней, удовлетворяющих следующим специфическим требованиям:

- непрерывная работа в течение нескольких месяцев без обслуживания оператором;

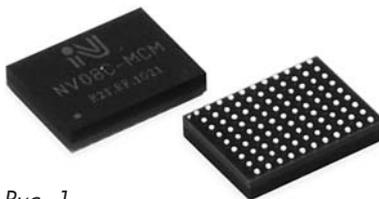


Рис. 1



Рис. 2. МПГНС-4



Рис. 3. МПГНС-1

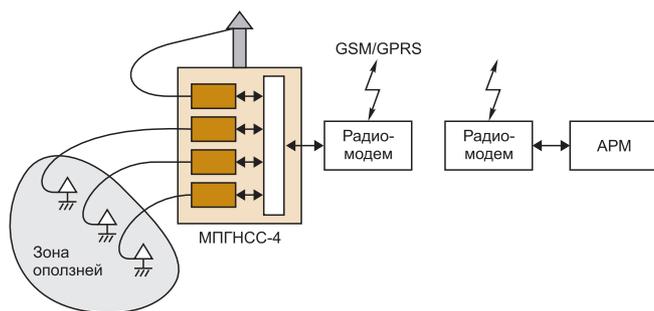


Рис. 4. Схема малой системы мониторинга деформаций объектов на базе навигационных модулей ГЛОНАСС/GPS

- автоматическое включение/выключение при подаче/снятии электропитания;
- дистанционное управление режимами работы системы;
- использование в сложных условиях эксплуатации (размещение, температурные режимы).

Система мониторинга деформаций на основе обработки сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS обеспечивает решение следующих задач:

- прием и обработка сигналов ГНСС ГЛОНАСС и GPS (по коду и фазе несущей);
- измерение сигналов тензорезисторов, термометров сопротивления, термопар, датчиков с унифицированным выходным сигналом напряжения и тока;
- передача результатов обработки и измерений с использованием стандартных интерфейсов и комплекта средств связи на сервер аппаратно-программного комплекса центра мониторинга;
- автоматическое определение с высокой точностью (в РВ и в постобработке) параметров положения, движения, колебаний (трехмерных деформаций), напряженно-деформированного состояния и температур объекта инфраструктуры;
- автоматическое формирование сигналов о достижении объектом инфраструктуры предельных (заданных) параметров состояния, автоматическая выдача сигналов оператору и внешним потребителям;
- управление с АРМ оператора режимами работы аппаратно-программных средств;
- автоматический контроль и диагностика функционирования аппаратно-программных средств, индикация неисправностей;
- автоматическое документирование информации о состоянии объекта мониторинга и о функционировании аппаратно-программных средств.

Разработанный комплект программно-аппаратных средств включает:

приемовычислительные модули ГЛОНАСС/GPS МПГНСС-4 с четырьмя навигационными приемниками СН-4701 и процессорным модулем обработки их данных в режиме высокоточной относительной навигации (рис. 2);

- приемные модули ГЛОНАСС/GPS МПГНСС-1 с одним навигационным приемником СН-4701,

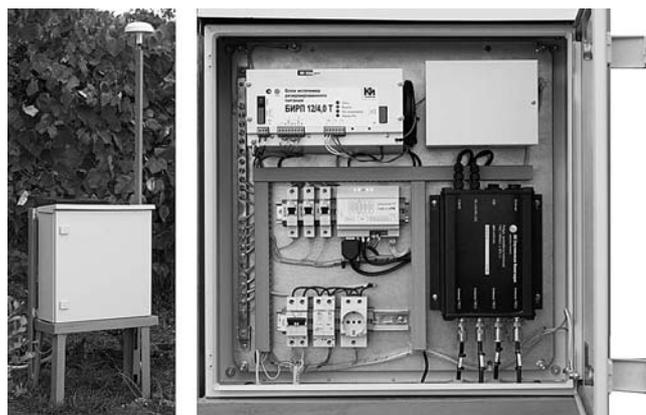


Рис. 5. Оборудование малой системы мониторинга деформаций на базе модуля ГЛОНАСС/GPS МПГНСС-4 в опытной эксплуатации на оползневой зоне

предназначенные для съемки измерительной информации по коду и фазе несущей и передачи ее на удаленный компьютер для обработки (рис. 3);

- многоканальные измерительные устройства для измерения полей напряженно-деформированного состояния и температур контролируемого объекта инфраструктуры;
- устройства связи с объектами гарантированного электропитания;
- комплект авторского ПО для выполнения всех необходимых функций системы мониторинга по сбору, обработке, хранению и предоставлению необходимой информации на объекте мониторинга.

Система дистанционного контроля деформаций малых объектов (оползней) может быть построена только на основе одного навигационного модуля ГЛОНАСС/GPS МПГНСС-4 (рис. 4): три приемные антенны ГЛОНАСС/GPS располагаются в контрольных точках объекта, подверженного деформациям (зоне оползней), четвертая антенна должна быть закреплена на неподвижном основании (она является базовой, смещения контрольных антенн определяются относительно нее). Программно-алгоритмическая обработка данных осуществляется непосредственно в модуле МПГНСС-4, поэтому такая система не требует включения в свой состав сервера.

Оборудование малой системы контроля оползней в соответствии с приведенной схемой было изготовлено, испытано и развернуто в опасной оползневой зоне (рис. 5).

В системах дистанционного мониторинга трехмерных деформаций крупных объектов может использоваться одновременно несколько навигационных модулей ГЛОНАСС/GPS типа МПГНСС-4 и одиночных модулей типа МПГНСС-1, а также датчики, основанные на иных физических принципах (рис. 6). Обработка данных в этом случае осуществляется на сервере системы.

Разработанные модули ГЛОНАСС/GPS являются представителями ряда недорогих необслуживаемых (автоматических) приемных/приемовычислительных

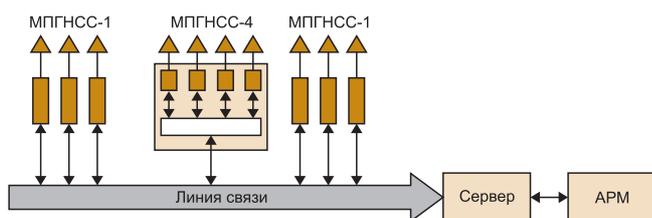


Рис. 6. Схема системы мониторинга деформаций крупных объектов на базе сигналов ГЛОНАСС/GPS

модулей ГНСС геодезического класса точности с дополнительной функцией дистанционного управления работой приемника сигналов ГНСС. Модули конструктивно представляет собой законченные изделия, не имеющие органов управления и индикации, в герметичном корпусе которых размещены приемник ГЛОНАСС/GPS СН-4701, вторичные источники питания, другие необходимые интерфейсные и коммутационные модули.

Средняя квадратическая погрешность определения текущих значений смещений в контрольных точках (маркерах) объекта мониторинга при полностью развернутых ГНСС ГЛОНАСС и GPS и отсутствии затенения антенн для базовых линий до 10 км представлена в таблице.

Системы мониторинга трехмерных деформаций объектов инфраструктуры могут применяться, кроме геодезических задач, и в системах мониторинга. В 2010 г. была разработана и успешно прошла тестирование система мониторинга дорожной инфраструктуры. С помощью установленных на склонах дорог датчиков в диспетчерский центр передавалась информация об оползневой ситуации в районе г. Сочи. Также эта система может применяться для мониторинга трехмерных объектов (мостов). Она позволяет определять трехмерную деформацию объекта с миллиметровой точностью в режиме РВ.

Задача мониторинга транспорта является в последнее время актуальной в связи с обострением дорожной обстановки в крупных городах. Для сбора оперативной информации возможно применение навигационно-связных датчиков, способных передавать точную информацию о дорожной обстановке в режиме РВ. Для решения этой задачи в "КБ НАВИС" были начаты проекты по разработке и серийному производству автомобильных терминалов (трекеров). Для этого были проанализированы все имеющиеся отечественные и зарубежные разработки, сформулированы требования к такому устройству и выбран наиболее квалифицированный производитель навигационной техники подобного класса с опытом работы на европейском и российском рынках. Разработанное в результате этого проекта устройство СН-4713 показало свое преимущество над аналогичными типами оборудования за счет наличия всех необходимых для автомобильного транспорта интерфейсов, открытого протокола, позволяющего интегрировать прибор в различные системы, используемые пользо-

Таблица. Средняя квадратическая погрешность определения текущих значений смещений

	В статическом режиме	В режиме РВ
Погрешность плановых координат маркеров	5 мм + 1 мм/км	20 мм + 1 мм/км
Погрешность высоты маркеров	10 мм + 1 мм/км	30 мм + 1 мм/км
Погрешность проекций скорости маркеров		0,05 м/с

вателями, высококачественной сборки и контроля качества при производстве.

В качестве навигационно-связного датчика использовался высококачественный GSM модем и навигационный модуль ГЛОНАСС/GPS СН-4706. С выпуском новой серии модулей NV08С совместно с производителями модулей GSM в "КБ НАВИС" начались работы по усовершенствованию схемы работы навигационно-связной части прибора. В предлагаемой схеме навигационный модуль становится одной из внутренних функций GSM модема. Таким образом, пользователю не требуется устанавливать дополнительный процессор для управления модулями (GSM и навигационным) и писать дополнительные программы для обработки навигационных данных. При этом заказчик всегда имеет возможность (за счет наличия большого числа внешних интерфейсов) использовать эти модули независимо, то есть получать непосредственно от модулей всю необходимую ему информацию.

При автономной работе спутниковых навигационных приемников в потребительской системе может возникнуть ряд ситуаций, когда аппаратура не способна получать навигационные данные или требуется повышенная точность навигационных определений. Например, в районах высотной городской застройки ("городских каньонах") или в горной местности спутниковый навигационный сигнал может быть не доступен или плохого качества (слабый или переотраженный). В таких случаях необходимо применение дополнительной информации, позволяющей повысить качество работы навигационных модулей. Одной из таких систем является Assisted GNSS. С помощью этого сервиса пользователь может получить дополнительные данные, которые помогут навигационному приемнику получить навигационное решение в сложных условиях приема, и снизить время первого определения до нескольких секунд (в автономном режиме получение навигационного решения может потребовать нескольких минут). Этот режим позволяет повысить чувствительность приемника, что позволит получать точные координаты, находясь в помещениях. В настоящее время в "КБ НАВИС" разработана такая система, передающая дополнительные данные по всем существующим СНС, идет тестирование пилотной зоны в Москве и Санкт-Петербурге. Радиус действия одной базовой станции составляет несколько тысяч километров.

В других системах, например, в сельском хозяйстве, морском и авиационном транспорте необходимо повышение точности навигационных определений. Для этой



Рис. 7

цели в "КБ НАВИС" разработаны и серийно поставляются станции дифференциального контроля. С помощью этих станций вырабатываются корректирующие данные, которые передаются в эфир и могут приниматься всеми потребителями, находящимися в радиусе до 300 км от станции. При этом точность навигационных параметров составляет более 1 м для обычных навигационных приемников. Станциями, производимыми в "КБ НАВИС", оснащено более 50 объектов на территории России – это крупные морские порты и реки.

Выполняя Указ № 638 от 17 мая 2007 г. Президента РФ "Об использовании глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития РФ", предприятием разработано два варианта бортового оборудования спутниковой навигации (БОСН) СН-4312 и БПСН-2, предназначенного для установки на все типы воздушных судов (рис. 7). Оборудование имеет соответствующие свидетельства годности комплектующего изделия, выданные Авиационным Регистром МАК.

БОСН предназначено для решения задач навигации и самолетовождения на всех этапах полета от взлета до захода на посадку, на оборудованных и необорудованных трассах, в любое время суток при помощи навигационных спутников ГЛОНАСС, GPS, SBAS.

Отличие БОСН ЗАО "КБ НАВИС" от аналогов, существующих в настоящее время на рынке, в первую очередь заключается в использовании 24-канальной

приемника ГЛОНАСС/GPS/SBAS собственной разработки и производства – модуля GNSS, характеризующегося высокой надежностью и качеством изготовления. Модуль стабильно работает в диапазоне температур $-55...75^{\circ}\text{C}$, имеет сравнительно небольшие размеры и массу. В данном модуле реализована параллельная независимая обработка сигналов, полученных по каналам двух спутниковых навигационных систем – российской ГЛОНАСС и американской GPS, что обеспечивает существенное повышение помехозащищенности работы навигационного оборудования. Кроме того, сопряжение или увязка БОСН с бортовыми системами позволяет за счет автоматизации деятельности экипажа значительно облегчить нагрузку на летно-штурманский состав и тем самым повысить общий уровень безопасности полетов.

Сегодня данная аппаратура применяется на следующих воздушных судах гражданской авиации: самолетах Ил-76ТД, Ан-124-100 ("Руслан"), Ан-24, Ан-32, Ан-74, Ту-154М, Ту-134, SuperJet 100, Ту-214, Ту-204, Ил-114, Л-410, вертолетах Ми-8, Ми-117, Ми-26Т, Ка-226. Значительный интерес к аппаратуре спутниковой авиации в последнее время проявлен и со стороны государственной авиации – это ВВС, МВД, ФСБ, МЧС и т.п.

Выполненный объем указанных выше, а также других испытаний на самолетах семейств "Ил", "Ан", "Ту" и вертолетах позволяет заявить о том, что в ЗАО "КБ НАВИС" имеется готовое техническое решение для реализации постановления Правительства РФ от 25.08.2008 г. №641 "Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS".

Для производства отечественной высокотехнологичной продукции в ЗАО "КБ НАВИС" имеются необходимые научная и производственная базы, которые обеспечивают полный замкнутый и независимый цикл ее создания, начиная от отдельных специальных электронных компонентов и завершая конкретными образцами аппаратуры.

Шульгин Георгий Константинович – руководитель направления ЗАО "КБ НАВИС".

Контактный телефон (495) 665-61-48. [Http://www.navis.ru](http://www.navis.ru)

Изготовлено РЗА для Загорской ГАЭС

НПФ "Ракурс" выполнена поставка оборудования устройств РЗА для гидроагрегата №1 Загорской ГАЭС. Таким образом, пройден очередной этап, давший старт мероприятиям по монтажу и наладке оборудования на испытательном стенде. Работы по вводу в эксплуатацию устройств РЗА проходят в рамках комплексной модернизации устройств РЗА агрегатов и блоков Загорской ГАЭС.

Систему РЗА образуют:

- микропроцессорные устройства релейной защиты, распределенные по присоединениям ГАЭС, блоки преобразователей аналоговых и дискретных сигналов цифрового регистратора аварийных процессов;
- устройства АИИС КУЭ, обеспечивающие измерение электротехнических параметров и электрической энергии по присоединениям для коммерческих расчетов;
- средства коммуникаций, обеспечивающие информационный обмен с устройствами АСУТП.

Система РЗАУ реализует следующие основные функции:

- защита силового оборудования в аварийных режимах, возникших как на ГАЭС, так и вне нее;
- управление коммутационными аппаратами в нормальных (оперативное переключение) и в аварийных режимах;
- противоаварийная и противопожарная автоматика;
- мониторинг технологического оборудования и режимов, архивирование информации;
- измерение электрических параметров (токов, напряжений, мощностей);
- интеграция устройств РЗА в АСУ ТП в полном объеме, включая: передачу аварийной и предупредительной сигнализации о работе защит, реализованных в устройствах РЗА; реализацию функции контроля и управления выключателями, разъединителями, заземляющими ножами; реализацию логической оперативной блокировки с использованием терминалов управления; реализацию функции дистанционной настройки терминалов защит и управления; временную синхронизацию от системы единого времени АСУТП с точностью не хуже 1 мс с осуществлением синхронизации времени всех интеллектуальных устройств.

[Http://www.rakurs.com](http://www.rakurs.com)