

Помехоустойчивая аппаратура ГЛОНАСС/GPS промышленного назначения

Александр Приказщikov,
генеральный директор ОАО «ВНИИР-Прогресс», кандидат технических наук

Ашот Оганесян,
заместитель директора департамента навигационных и связанных систем
ОАО «ВНИИР-Прогресс», кандидат технических наук, доцент

Андрей Пастухов,
начальник отдела ОКР ОАО «ВНИИР-Прогресс», кандидат технических наук

В 2011 г. завершилась первая ФЦП «Глобальная навигационная система», основными целями которой было восстановление орбитальной группировки, разработка новых типов навигационной аппаратуры, создание научно-технического задела в сфере высокоточного определения местоположения, навигации и времени. Возрожденная система ГЛОНАСС обеспечила потребителей точностью определения местоположения на уровне 5-6 м. Основной целью второй ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы» является расширение внедрения и использования ГЛОНАСС в интересах специальных и гражданских потребителей, международного использования российских технологий спутниковой навигации. В рамках новой ФЦП ставится много задач, в частности, планируется дальнейшее повышение точности — до 1-2 м. Однако существующие возможности системы ГЛОНАСС по точности навигационно-временных определений достаточны для удовлетворения потребностей широкого круга пользователей. Дальнейшее улучшение точности навигационно-временных определений, хотя и расширит некоторые возможности потребителей, однако не принесет каких-либо принципиальных изменений в структуре сфер применения глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Другое дело — надежность навигационно-временных определений.

В настоящее время ГНСС ГЛОНАСС/GPS нашли широкое применение в энергетике, на транспорте, в оборонной и многих других отраслях. На системы ГНСС возлагаются принципиальные, системообразующие функции: высокоточной синхронизации, определения местоположения и навигации. Например, в энергетике основным направлением повышения эффективности отрасли является внедрение распределенных систем мониторинга и защиты (СПРМ, WAMS, WAPS), автоматизированных систем управления технологическими процессами подстанций. Все эти системы, в своей основе, опираются на единое время, формируемое по сигналам ГНСС.

Вместе с тем, существует ряд потенциальных источников разрушения навигационно-временного поля ГНСС, в частности, это источники помех промышленного происхождения, специально организованные помехи, «глушилки» и т.п. Санкционированное и несанкционированное использование данных источников приводит к разрушению навигационно-временного поля ГНСС, как правило, на значительной площади, превышающей единицы и десятки квадратных км. Столь существенное влияние источников разрушения навигационно-временного поля ГНСС на аппаратуру пользователей является следствием ее крайне низкой помехоустойчивости и может привести к катастрофическим последствиям. Обратимся к результатам исследований помехоустойчивости аппаратуры ГНСС за последний год.

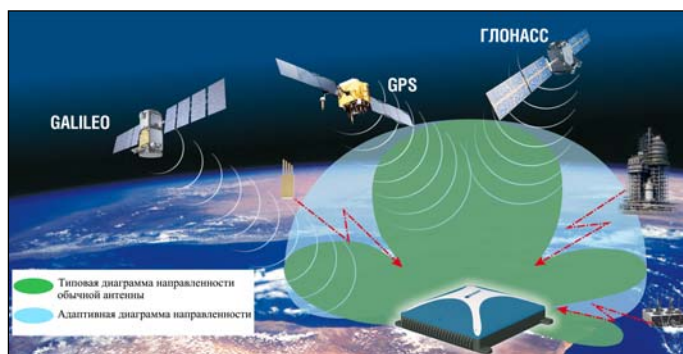
Специалистами ОАО «ВНИИР-Прогресс» в 2012 г. были проведены два эксперимента. Первый — в Ленинградской области совместно с ФГУП «ГосНИИПП» ФСТЭК РФ. Основным выводом по результатам исследований помехоустойчивости типовой аппаратуры ГНСС сводится к следующему. Большая часть навигационной аппаратуры пользователей (НАП), представленной на российском рынке, имеет примерно одинаковую помехоустойчивость, лежащую в пределах 35-45 дБ (максимальное отношение

мощности помехи J на входе к мощности сигнала S в полосе приема). Второй эксперимент был проведен на базе цифровой подстанции ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС». Выводы по результатам этих двух исследований совпали. В эксперименте аппаратура синхронизации по сигналам ГЛОНАСС/GPS была подавлена маскирующей помехой с мощностью эквивалентной воздействию источника мощностью 2 Вт с расстояния 10 км. Вместе с тем, как показали исследования, помехоустойчивость аппаратуры ГНСС далека от потенциальной, реализуемой, например, адаптивными антенными решетками.

Практически в это же время в США, в университете Остин (University of Texas at Austin), был проведен ряд экспериментов по воздействию имитационной помехи на типовую аппаратуру GPS. Результаты, как и следовало ожидать, оказались весьма неутешительными для пользователей ГНСС. Так, например, с помощью имитационной помехи был осуществлен увод траектории беспилотного летательного аппарата, автопилот которого работал по сигналам GPS. При этом



Зоны подавления навигационной аппаратуры: типовой коммерческой и аппаратуры с помехоустойчивостью вышена 50 дБ



Принцип пространственного подавления помех

воздействие имитационной помехой было прекращено для предотвращения его столкновения с землей. Второй эксперимент специалистов из Остина заключался в следующем. С помощью имитационной помехи было осуществлено смещение системного времени GPS в синхрофазоре (PMU) – ключевом элементе интеллектуальных распределенных систем в энергетике. Умышленное рассогласование шкал синхрофазоров может привести к крайне опасным последствиям: от разбалансирования системы в результате некорректных действий персонала диспетчерских центров до автоматического отключения отдельных элементов или аварийного деления сети.

Эти и другие исследования помехоустойчивости НАП наглядно показывают опасность, связанную с недооценкой уязвимости систем синхронизации, определения местоположения и навигации на основе ГНСС. Однако, как подчеркивалось выше, низкая помехоустойчивость аппаратуры пользователей ГНСС не является свойством навигационных спутниковых систем. Известны различные способы существенного повышения помехоустойчивости. В частности, характеристики помехоустойчивости последних разработок НАП фирм Raytheon, LockheedMartin, RockwellCollins и др. позволяют утверждать, что аппаратура пользователей ГНСС может стать практически неуязвимой для воздействия помех. Действительно, если к имеющейся помехоустойчивости навигационной аппаратуры ГНСС в $J/S=35-45$ дБ добавить еще 40-45 дБ, получаемых за счет специальных методов повышения помехоустойчивости, то итоговая помехоустойчивость составит J/S в 75-90 дБ. Что это дает? Например, повышение помехоустойчивости на 50 дБ эквивалентно уменьшению радиуса подавления в 250 раз! Это существенно уменьшает влияние помех на помехоустойчивую НАП. Так, для подавления НАП с помехоустойчивостью $J/S=90$ дБ в радиусе прямой видимости потребуется мощность источника помех в один мегаватт!

В настоящее время существует несколько методов повышения устойчивости аппаратуры ГЛОНАСС/GPS к воздействию помех. Одним из самых эффективных является пространственно-временная обработка сигналов ГНСС, позволяющая осуществлять интеллектуальную обработку по принципу «нули диаграммы направленности на источники помех».

В конце 2011 г. в ОАО «ВНИИР-Прогресс» для разработки помехоустойчивой коммерческой аппаратуры пользователей ГНСС был специально создан департамент навигационных и связных систем. Его специалистам удалось в короткие сроки разработать малогабаритную адаптивную антенную решетку «Комета». Впервые представленная на Международном форуме по спутниковой навигации и выставке «НавитехЭкспо-2012», она вызвала большой интерес со стороны профессионалов отрасли. Изделие «Комета» является действительно инновационным продуктом на российском рынке и представляет собой первое помехоустойчивое малогабаритное устройство для навигационной аппаратуры ГНСС промышленного применения. «Комета» предназначена для защиты навигационных сигналов ГНСС диапазона L1 от преднамеренных и непреднамеренных помех и выпускается в двух вариантах исполнения: адаптивной антенной решеткой для навигационной аппаратуры ГНСС и полнофункциональной помехозащищенной НАП.

Кроме двух вариантов функционального исполнения, «Комета» имеет несколько вариантов конструктивного исполнения. В частности, разъемы могут располагаться как сбоку, так и снизу. Кроме того, есть вариант исполнения с кабельными выходами.

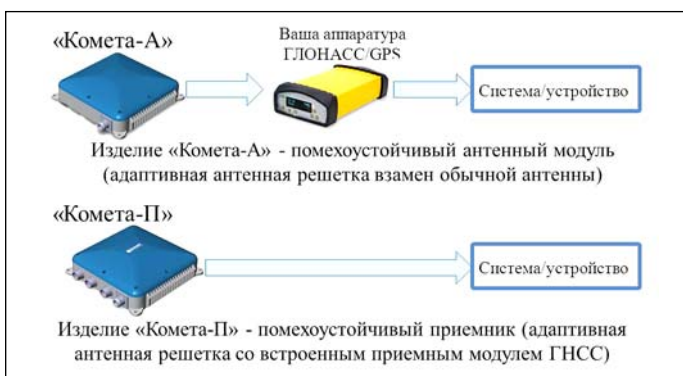
Основные преимущества аппаратуры «Комета»:

- высокий уровень защиты аппаратуры ГНСС от воздействия множественных помех;
- совместимость с существующей и перспективной аппаратурой ГНСС, работающей по сигналам в диапазоне L1;
- поддержка основных существующих стандартных интерфейсов аппаратуры ГНСС;
- малые габариты, сопоставимые с размерами обычной антенны ГНСС.

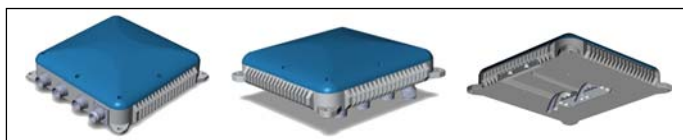
Естественно, что основными характеристиками изделия «Комета» являются: помехоустойчивость для варианта «Комета-П»

Основные характеристики изделия «Комета»

Характеристика	Значение
Защищаемый диапазон навигационных сигналов ГНСС	1593-1611 МГц ГЛОНАСС L1 1574-1577 МГц GPS L1, Galileo L1, Compass B1
Уровень подавления помех	45-50 дБ
Количество одновременно подавляемых помех	1-3
Поддерживаемые интерфейсы	Ethernet, USB, RS 422/485, 1 PPS
Масса	0,85 кг
Размеры	172x172x42 мм
Рабочая температура	от -40 до +60°C (опцион. от -60°C)
Потребляемая мощность, не более	12 Вт
Питание	+8-52 VDC
Климатическое исполнение	B1 по ГОСТ 15150-69
Пылевлагоустойчивость	IP67
Удароустойчивость	500g
Помехоустойчивость при использовании модуля NV08C-CSM, J/S не менее	90 дБ



Варианты функционального исполнения изделия «Комета»



Варианты конструктивного исполнения изделия «Комета»

и уровень подавления помех для варианта «Комета-А». Именно эти характеристики скрупулезно исследовались в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» и ФГУП «ГосНИИПП». Изделие подверглось целой серии наземных и летных испытаний. Оно размещалось как на земле, так и на летательном аппарате. Применялись различные виды помех: узко- и широкополосные, импульсные и сигналоподобные. Разработка успешно прошла всю серию испытаний. Результаты испытаний сводятся к следующему: изделие «Комета» обеспечивает повышение помехоустойчивости от 32 до 56 дБ (при использовании в качестве антенной приставки, «Комета А») и имеет помехоустойчивость $J/S=92-108$ дБ («Комета П»). Это означает, что изделие «Комета» обеспечивало прием сигналов в условиях воздействия нескольких пространственно-разнесенных помех с суммарным уровнем мощности в сотни тысяч раз больше, чем максимально допустимый уровень помех для обычных приемников.

Таким образом, применение изделия «Комета» решает главную проблему аппаратуры ГНСС – надежность функционирования. □

ВНИИР-Прогресс

ОАО «ВНИИР-Прогресс»

Россия, 109028, г. Москва, Серебряническая набережная, д. 29

Тел.: (495) 735-4244, факс: (495) 735-4259

E-mail: info@abselectro.com

www.abselectro.com/company/companies/vniir-progress/