

ПЕРСОНАЛЬНАЯ ВСЕМ И КАЖДОМУ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ

Спутниковая навигация - новое направление прикладной космонавтики. Ее быстрое развитие обусловлено широким кругом научных, технических, военных и других задач, решаемых с использованием навигационной информации. Появление и широкое распространение в рамках этого направления персональных навигаторов – яркое подтверждение тому, что уровень технического развития цивилизации позволяет обычному человеку активно использовать в быту достижения новейших наукоемких технологий и глобальных проектов.

“Кому астрологию? Дешево продается астрология. Для делегаций и женоотделов скидка... Сама меряет, – сказал молодой человек, передавая астрологию покупателю, – было бы что мерить”.

*И.Ильф, Е.Петров.
“Двенадцать стульев”*

Задача навигации, в том числе и спутниковой, – определение положения объекта в пространстве. Преимущество использования космического пространства и космических средств

для этих целей стимулировали появление спутниковых навигационных систем (СНС) второго поколения – GPS (Global Positioning System) или “Навстар” (США) и “Глонасс” (Глобальная навигационная спутниковая система, Россия). В настоящее время обе системы полностью развернуты. По сравнению с СНС первого поколения – “Транзит” (США) и “Цикада” (СССР) – системы второго поколения обеспечивают непрерывность, мгновенность и повышенную точность (порядка 100 метров и лучше) определения положения объекта в пространстве и его скорости (5–7

см/с). По своим характеристикам “Глонасс” не только не уступает системе “Навстар”, но и обладает рядом преимуществ, в частности позволяет работать в более высоких широтах и не имеет режима заглубления точности для гражданских пользователей. При этом точность определений в системе “Глонасс” примерно в 1,5–2 раза выше, чем в системе “Навстар”. Интересно отметить, что система “Навстар” – один из самых дорогостоящих в истории человечества глобальных проектов, общая стоимость которого составляет более 12 млрд. долларов.

Каждый спутник систем “Навстар” и “Глонасс” (а всего их 24 в каждой системе) – искусственный ра-

диомаяк на высоте порядка 20 тыс. км. В совокупности спутники создают глобальное радионавигационное поле. Период обращения спутников – примерно 12 часов. Космические аппараты “Навстар” размещены по четыре в шести орбитальных плоскостях, а “Глонасс” – в трех плоскостях по восемь (рис.1), причем так, что в любой момент можно одновременно наблюдать не менее четырех спутников каждой системы.

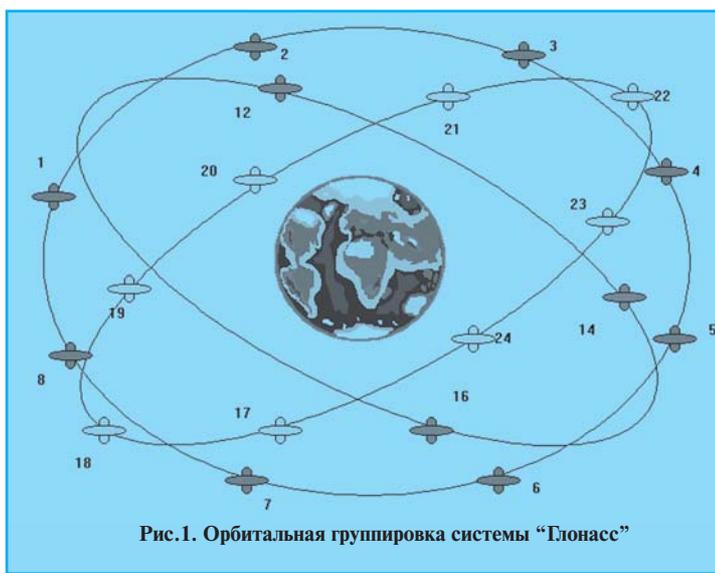


Рис.1. Орбитальная группировка системы “Глонасс”

С помощью СНС определяют местоположение объекта с точностью до единиц метров в любой точке Земного шара и околоземного пространства на высоте до 2000 км в любой момент времени и в любую погоду. Современная технология обработки сигналов позволяет принимать слабые сигналы от спутников на малоразмерные антенны, благодаря чему стало возможным изготавливать небольшие персональные приемники. Отметим, что пользование навигационными системами бесплатное – не требуется ни лицензии, ни разрешения на применение приемников.

Серийным производством аппаратуры пользователей – приемника-

торов СНС “Навстар” самого широкого назначения – занимаются более 140 фирм во многих странах мира. Из них только 52 компании предлагают к продаже 216 различных образцов аппаратуры пользователей, в основном производимых в США. Сейчас в мире функционируют десятки тысяч приемников сигналов “Навстар”.

Первые спутники СНС “Глонасс” выведены на орбиту 12 октября 1982 г. Разработка приемников для этой системы российскими

предприятиями завершилась созданием ряда образцов: “Шкипер” – для морских судов и наземного транспорта, “Гном” – для самолетов и вертолетов, “Репер” – для геодезистов и т.д. Приемники серий “Грот” и “Бриз” могут работать по сигналам как СНС “Глонасс”, так и СНС “Навстар”, что улучшает характеристики точности, надежности и непрерывности определения координат. Но отечественные образцы проигрывают зарубежным по массе, габаритам и ряду других характеристик прежде всего из-за отставания элементной базы, особенно высокопроизводительных процессоров и интегральных схем с высокой степенью интеграции.

Несколько лет разработки и опыта применения навигационных систем позволили раскрыть все возможности СНС и использовать их для решения ряда задач на качественно новом уровне, в первую очередь с использованием дифференциального метода. Для реализации дифференциального режима требуется эталонная станция, которая содержит эталонный приемник и передатчик корректирующей информации по каналам радиосвязи. Эталонный приемник, расположен-

ный в точке с известными координатами, постоянно определяет свои координаты, вычисляет погрешности и ретранслирует их по радиоканалу на расстояние до 500 км (в зависимости от вида радиосвязи). Приемники, находящиеся в радиусе приема и способные работать в дифференциальном режиме, обеспечивают точность определения координат до 1–5 м в реальном масштабе времени. Для задач точной геодезии, топографии и картографии после постпроцессорной обработки точность достигает единиц сантиметров.

В зоне приема дифференциальных поправок региональной эталонной станции могут решаться многие практические задачи. Так, в связи с проведением земельной реформы в России актуальна задача создания **земельного кадастра**. Для ее решения планируется формировать региональные центры, которые будут использоваться и поддерживать региональную кадастровую базу данных. Кадастровая информация о земле и собственности на ней должна включать данные о точном местоположении земельных участков и объектов, а также их принадлежности. Кроме региональных кадастровых центров планируется создавать в регионах мобильные кадастровые станции на базе автомобилей, оснащенных мобильными дифференциальными приемниками и портативными компьютерами для сбора геодезических и картографических данных. Приемники могут быть оснащены специальным оборудованием для контроля почв, загрязнений и т.д. и использоваться для мониторинга природных ресурсов. Методы спутниковой навигации позволяют достаточно эффективно с точки зрения экономии средств проводить комплексный **мониторинг лесных ресурсов**, одна из важнейших задач которого — борьба с лесными пожарами. В **сельском хозяйстве** метод применим для создания цифровых карт обрабатываемых площадей с различными характеристиками почв. Компьютерные системы управления в сочетании с дифференциальным оборудованием позволяют проводить точную обработку посевных площадей.

Дифференциальные методы спутниковой навигации могут использоваться для **позиционирования коммуникаций** службами, эксплуатирующими кабельные, энергетические и коммуникационные сети, теплосети и сети водоснабжения, газовые и нефтяные трубопроводы и т.д. При этом создаются цифровые базы данных и карты, позволяющие точно определить место неисправности без дорогостоящих раскопок. Методы и средства спутниковой навигации применяются для **контроля и управления наземным транспортом**. Созданы интегрированные системы уп-

равления транспортными парками со станциями слежения и отображения информации на экранах дисплеев.

Глобальную точную навигацию и связь обеспечивают комбинированные системы GPS-позиционирования и стандарта спутниковой связи “Инмарсат С”. Они используются для управления в реальном времени транспортными средствами дальних грузовых, морских и автобусных перевозок, повышая их безопасность.

СНС — это пока единственная глобальная и доступная система точной **морской и авиационной навигации**. Дополняя традиционные инерциальные бортовые системы и наземные радиосистемы, методы спутниковой информации обеспечивают наведение корабля, самолета или вертолета в заданную точку в любое время суток, при любой погоде и условиях видимости с использованием дифференциальных коррекций до двух–пяти метров.

На каждом навигационном спутнике находятся **сверхточные атомные часы**, транслирующие временные сигналы с пикосекундной точностью. Погрешность в определении времени — одна секунда за 36000 лет. В таком сверхточном времени нуждаются многие пользователи, например электростанции.

Достижения в радио- и микроэлектронике позволили создать **автономные приемники** размером и весом со средний программируемый калькулятор. Они относительно недороги, просты в обращении и универсальны, работают в сложных условиях — на катерах и яхтах, в автомобилях и малых самолетах. Такие средства персональной навигации нужны спасателям, альпинистам, яхтсменам, геологам, нефтяникам, охотникам, рыбакам, работникам силовых структур и т.д. Электронные приемники с высокой точностью определяют свое местоположение в любой точке Земли, мгновенно запоминают важные путевые точки и могут указать дорогу к оставленной машине, базовому лагерю, палатке и т.п.

При создании передвижных измерительных лабораторий очень полезным может оказаться **портативное автомобильное навигационное оборудование**, существенно облегчающее сбор и навигационную привязку полученных данных или измерений — радиационных, электромагнитных, сейсмических и т.п. На базе СНС созданы также портативные высокоточные **геодезические комплексы**, по многим характеристикам превосходящие традиционные оптические инструменты — теодолиты, нивелиры и др. Геодезические комплексы, работающие в любых погодных условиях, легко сопрягаются с портативными компьютерами, на несколько порядков повышая эффективность геодезических измерений.

На рынке портативных навигационных приемников СНС “Навстар” наиболее широко распространена продукция американских фирм Garmin, Trimble, Magellan и Rockwell. Все приборы имеют портативное исполнение и практически одинаковую точность определения координат — порядка 100 м. Некоторые компании в рекламных материалах называют точность 15–20 м, но этим они, мягко говоря, вводят в заблуждение покупателей. Правительство США, решая задачу национальной безопасности, осуществляет программу “селективного доступа” к СНС “Навстар”, зашумляя спутниковые навигационные сигналы. В результате точность прямых определений координат (стандартный режим) понижается до 100 м. Несмотря на это уже созданы специальные методы и портативные приборы с точностью определений до нескольких метров. Естественно, они гораздо дороже портативных приборов для массового потребителя.

Для вычисления точного положения любой приемник должен получить информацию по крайней мере от четырех спутников. Среди большого разнообразия приемников можно выделить две обширные группы. Первую составляют приемники, работающие по принципу последовательного, т.е. поочередного слежения за спутниками системы GPS, вторую — приемники, отслеживающие четыре и более спутников одновременно. Приемники второй группы выдают мгновенные координаты и скорость, что очень ценно для высокоскоростных объектов (автомобили, самолеты и т.п.) и высокоточных измерений. Эти приборы имеют от 4 до 10 и даже до 24 каналов. С помощью специальных процедур параллельной обработки измерений от большого числа спутников возможно достижение высокоточностей — единицы метров и лучше. Основной недостаток приемников такого типа — высокая стоимость.

Приемники также различаются типом индикаторного дисплея (графический или текстовый), объемом внутренней памяти (на 100, 250 или более путевых точек), количеством маршрутов и пунктов поворота, наличием порта для сопряжения с компьютером, ввода/вывода данных, возможностью подключения внешней антенны и внешнего источника питания (например, автомобильного аккумулятора), продолжительностью работы от одного комплекта батареек, температурным диапазоном (слабое место — жидкокристаллический экран, плохо работающий при низких температурах), наличием дополнительных навигационных функций (определение времени прибытия в заданную точку и т.п.).

Приборы **фирмы Garmin** серий 38, 40 и 45 (рис. 2) бесспорно лидируют по



Рис.2. Приемник Garmin

массовости продаж в России в основном благодаря невысокой цене — от 255 до 500 долл. Отличительные особенности технологии Garmin: уникальный алгоритм слежения за спутниками по одному каналу, хороший графический экран, компактность; малое потребление энергии, неплохой обучающий режим. Можно ввести координаты и названия 250 путевых точек и объединить их в 20 маршрутов. Прибор работает при температурах от -15 до $+70^{\circ}\text{C}$, весит 255 г, его габариты — $156 \times 51 \times 31$ мм.

Приборы GPS 65 и GPS 75 дополнительно снабжены системой контроля ухода с правильного курса кораблей и дрейфа на якоре. Система планирования позволяет рассчитывать расстояние и расход топлива, а также время движения между путевыми точками и прибытия в пункт назначения. Размер дисплея — 56×38 мм. Водонепроницаемый корпус допускает эксплуатацию как на суше, так и на море.

Недорогой GPS 120 разработан для любителей больших жидкокристаллических экранов и дешевых приборов. По логике работы модель аналогична модели 45. Добавлена сигнализация о дрейфе, уходе с курса и прибытии в назначенную точку. Вес прибора — 440 г, габариты — $124 \times 133 \times 60$ мм. Как и все предыдущие модели, приемник имеет порт сопряжения с компьютером.

Приборы GPSMAP 210 и 220 в основном предназначены для морских путешествий. Они имеют встроенную карту мирового океана. Можно использовать дополнительные картриджи с картами береговых линий наиболее судоходных районов мира. Навигатор серии 210 оборудован монохромным дисплеем с тремя уровнями серого. GPSMAP 220 снабжен цветным жидкокристаллическим диспле-

ем с активной матрицей на 16 цветов. Размеры приборов одинаковы и составляют $147 \times 229 \times 76$ мм, а вес — менее 1400 г.

Компания Garmin, кроме того, выпускает GPS-приборы, сопряженные с эхолотами, портативной радиостанцией и другими навигационными устройствами.

Портативные приборы фирмы **Magellan** для любителей путешествий по функциональным возможностям и эксплуатационным характеристикам аналогичны навигаторам Garmin. В основном это одноканальные приборы. Следовательно, они портативны, недороги, потребляют мало энергии и обладают хорошей графикой. К типичным изделиям фирмы Magellan можно отнести такие приборы, как GPS 2000, GPS 3000, MERIDIAN XL, NAV DLX-10, NAV 1200 XL, NAV 6500.

Цены на рассмотренные приборы в России составляют от 252 до 1700 долларов.

Несколько особняком стоит «портативная» продукция фирм **Trimble** и **Rockwell**, которая создавалась для тактических подразделений вооруженных сил. Уже по внешнему виду можно сделать вывод, что это «серьезные армейские игрушки». Крепкий корпус, камуфлированное исполнение, повышенная точность позиционирования — все это настраивает на серьезный лад при выборе навигатора, которому придется доверить свою жизнь, а может быть, и безопасность целой группы.

Важным подспорьем для чрезвычайных и спасательных служб стал портативный «GeoExplorer» фирмы Trimble, который может быстро вычислить нанесенный ущерб путем точного определения границ и площадей разрушений или загрязнений, природных бедствий и экологических катастроф.

Один из самых «навороченных» приборов — Scout (разведчик) фирмы Trimble. Это трехканальный высоконадежный портативный навигатор, имеющий текстовый дисплей, память на 250 точек. Он использует различные координатные системы, работает от четырех батареек либо автомобильного прикуривателя, в статическом режиме обеспечивает точность 10 м. Информация на дисплее может выдаваться на английском, испанском, французском, немецком, итальянском, японском, норвежском языках. Scout нашел

применение не только в вооруженных силах стран НАТО, но и во всех международных школах выживания и крупнейших центрах по подготовке спасателей. Сегодня в Москве Scout Master GPS (рис.3) стоит чуть больше 1000 долл. Продаются также авиационные и морские варианты трехканальных приемников «Flitmate» и «Ensigne».

Самым многофункциональным, без сомнения, можно назвать навигатор PLGR+96 фирмы Rockwell (среди специалистов его называют «плагер»), принятый на вооружение Министерством обороны США для пехотных подразделений. Расширенный набор функций и интерфейсов (например, сопряжение с лазерным прицелом и удаленным терминалом), высокие надежные и эксплуатационные ха-



Рис.3. Приемник Scout Master GPS

рактеристики предопределили высокую цену — 4000 долларов.

Основное отличие позиции СНС «Глонасс» от «Навстар» на рынке персональных спутниковых приемников — отсутствие в продаже каких-либо портативных приборов. Однако отметим, что сейчас завершено создание носимых образцов: 14-канальных приемоиндикаторов «Навис СН-3002» (вес 1 кг, габариты $176 \times 165 \times 65$ мм) и «Бриз-Н СН-3001» (вес 1,3 кг, $160 \times 50 \times 185$ мм). Приборы имеют возможность работы в дифференциальном режиме, память на 500 маршрутных точек, 50 маршрутов, обеспечивают движение по заданному маршруту.

Итак, если вам необходимо точно определять местоположение каких-либо объектов, в том числе подвижных, то уже сегодня в России, в частности в Москве, можно выбрать подходящий прибор из широкого ассортимента спутниковых навигационных приемников различного назначения, предлагаемых специализированными фирмами.

**В Москве
обсуждаются
проблемы
спутниковой
навигации**

**Конференции
выставки**

С 24 по 26 июня в Москве в “Совинцентре” состоялись Вторая Международная конференция по радионавигации **“ПЛАНИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ”** и выставка **“НАВИГАЦИЯ-97”**, организованные научно-техническим центром “Интернавигация”. Первая такая конференция проходила два года назад также в Москве. На конференции присутствовало более 200 специалистов, в их числе около 80 зарубежных гостей из многих стран мира – Великобритании, Франции, Норвегии, ФРГ, США, Нидерландов и др. В центре внимания собравшихся были спутниковые навигационные системы (СНС) “Навстар” (или *GPS*) и “Глонасс”. Если об американской навигационной системе “Навстар” мировой общественности известно достаточно много, то аналогичная российская навигационная система “Глонасс” до недавнего времени оставалась “белым пятном”. На конференции прозвучали доклады о состоянии дел с производством приемоиндикаторной аппаратуры для российской системы, а также о совместном использовании “Глонасс” и “Навстар”.

В рамках конференции проходили сессии: “Взгляды международных организаций на перспективы радионавигационного обеспечения”, “Перспективы развития радионавигационных систем”, “Применение существующих систем для удовлетворения требований потребителей”, “Система “Глонасс” для местоопределения и синхронизации времени. Обзор современного и будущего использования системы”, “Разработка широкозонных и локальных дифференциальных подсистем GNSS и других систем малой дальности”, “Системы спутникового позиционирования (*GPS* и “Глонасс”) и вклад ГИС технологии в решение навигационных задач”, “Интегрирование спутниковых и наземных радионавигационных систем. Национальные, региональные и глобальные радионавигационные планы”. Состоялся также семинар на тему “Определение требований потребителей к радионавигационным системам”.

Из наиболее интересных, на наш взгляд, докладов отметим: “PROPNASS – германско-российская концепция спутниковой навигации следующего поколения” (А.И.Скут и Ю.В. Медведков); “Вопросы управления, ответственности и финансирования “Глонасс”, включая международные соглашения и государственные планы” (Ю.А.Меркулов); “Комплекс спутниковой навигации для обеспечения управления движением поездов” (В.И.Кокорин) и др. В последнем докладе отмечалось, что применение спутниковых радионавигационных систем в АСУ железнодорожным транспортом значительно улучшает действующие системы сигнализации и блокировки, повышает интенсивность движения без угрозы безопасности, обеспечивает контроль за вагонным парком, слежение за опасными и ценными грузами, может стать основой системы предупреждения столкновений и т.д.

На выставке **“Навигация-97”**, приуроченной к конференции, были широко представлены российские и зарубежные образцы приемоиндикаторной аппаратуры систем “Глонасс” и “Навстар”. Так, фирма **Ashtech Inc.** (США) демонстрировала объединенные “Глонасс”/*GPS* серийные навигационные и геодезические приемники с высоким разрешением. Компания **Trimble Navigation Europe Limited**, мировой лидер в производстве навигационных приемников, знакомила посетителей выставки с большим числом приемоиндикаторов самого разного назначения. **“ДАВИА”** (совместное предприятие NFS Navigations-und-Flugfuhrungs-Systeme Gmbg, дочерней компании Daimler-Benz Aergospace AG, и ведущей в области авионики российской фирмы “Авиаприбор”) предлагала навигационно-посадочные системы на базе совмещенного навигационного приемника “Глонасс”/*GPS*, портативные *GPS*-приемники, системы управления парком транспортных средств и многое другое. Интересы французской фирмы **Dassault Sercel NP**, мирового лидера в разработке радионавигационного оборудования для моря и суши, представляло ЗАО **“Геоэкотехн”**. Немецкая фирма **“MAN Technologie AG”** информировала посетителей о своих разработках в области СНС “Глонасс”/*GPS*. Весь спектр навигационного оборудования фирмы **Garmin** демонстрировал ее официальный дистрибьютор в России ЗАО **“Навикон”**. АОЗТ **“Котлин”** знакомило посетителей с приемниками “Глонасс”/*GPS*, системами и аппаратурой радионавигационной системы “Чайка”/“Лоран-С”, системами глобального мониторинга радионавигационных полей и контроля движения транспорта. ООО **“Центр Геоматика”** представило интересные системные решения в рыбном хозяйстве на основе спутниковой навигации и связи. Пользовалась вниманием разработанная ЗАО **“Киберсо”** автомобильная географическая навигационная система, на основе которой можно построить систему слежения и управления патрульными автомобилями.

Большой интерес вызвали новые образцы отечественной навигационной аппаратуры, работающей по сигналам как СНС “Глонасс”, так и *GPS*. Пожалуй, столь широко этот класс устройств был представлен впервые. Можно выделить 14-канальные приемоиндикаторы серии “Навис” (совместная разработка КБ “Корунд”, “Навис”, Россия, и “Оризон-навигация”, Украина). Экспонировались носимый вариант – “Навис СН-3002” (вес 1 кг, габариты 176x165x65 мм), морской вариант – “Навис СН-3102”, авиационный вариант – “Навис СН-3301”, геодезический вариант – “Навис СН-3203, 3202”. Отметим приемоиндикаторы серии “Бриз” (совместная разработка КБ “Корунд” и “Навис”): носимый вариант – “Бриз-Н СН-3001” (вес 1,3 кг, габариты 160x50x185 мм), морской вариант – “Бриз-К СН-3101”. Приборы способны работать в дифференциальном режиме, обладают памятью на 500 маршрутных точек, 50 маршрутов, обеспечивают движение по заданному маршруту. **Московское КБ “Компас”** представило многоцелевой 12-канальный приемник “Интер”, который может использоваться на наземном и водном транспорте, а при специальном исполнении – на самолетах и вертолетах. В приемнике реализовано динамическое распределение каналов, что позволяет любому из 12 каналов принимать сигналы систем “Глонасс” и *GPS*. Автоматическая отбраковка информации от неисправного космического аппарата (КА) и весовая обработка информации видимых КА повышает надежность и качество навигационного обеспечения.

Участники конференции отметили высокий уровень организации мероприятий. Все они были приглашены на третью конференцию по вопросам глобальной навигации, которая состоится в 1999 году.

Собств. инф.