

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Зильман В.С., кандидат технических наук, НТКФ "Си-Норд" (г. Санкт-Петербург)

В статье рассматриваются принципы построения систем мониторинга мобильных объектов (далее - СММО) исключительно в области их применения для автотранспорта. Для других мобильных объектов (вагонов, судов и т.п.) принципы построения СММО остаются по существу аналогичными.

Термин "система мониторинга" следует понимать как наблюдение за состоянием и местоположением мобильного объекта. В некоторых случаях возможна также и обратная связь - управление состоянием объекта.

В общем случае в СММО состояние объекта фиксируется (регистрируется) набором датчиков, установленных на МО, местоположение определяется с помощью систем позиционирования, обмен данных с Центром Мониторинга (ЦМ) осуществляется по выбранному (доступному) каналу связи. Основная учетная информация о мобильном объекте заранее регистрируется в Центре Мониторинга. Прежде чем перейти к рассмотрению каждой составляющей СММО введем основные термины и понятия:

МО - мобильный объект - транспортное средство, зарегистрированное в СММО. Каждый МО имеет уникальный идентификатор.

МБ - мобильный блок, включает в себя весь комплекс объектового оборудования, устанавливаемого на мобильном объекте в целях СММО.

ЦМ - центр мониторинга - комплекс аппаратно-программных средств, обеспечивающих мониторинг выделенной группы МО. В частном случае выделенная группа может быть равна всем обслуживаемым МО. При этом каждый ЦМ (если их больше одного) должен иметь свой индивидуальный номер, и в этом случае ЦМ с $N = 0$ закрепляется за **главным ЦМ**.

ЦМ, обеспечивающий отдельную выделенную группу МО, называется **корпоративным ЦМ**.

У каждого МО есть **Владелец**, то есть физическое или юридическое лицо, имеющее имущественные права на МО, и **Водитель** - физическое лицо, осуществляющее управление МО.

В некоторых случаях Владелец и Водитель могут быть одним и тем же физическим лицом.

Любой МО может быть как **обслуживаемый**, так и **необслуживаемый**. Необслуживаемым считается МО, в данный момент не принятый к контролю его местоположения и состояния.

Перевод МО из обслуживаемого в необслуживаемый и обратно может инициироваться только со стороны ЦМ (например, за нарушения условий договора или правил пользования МБ).

В зависимости от действий Водителя возможно нахождение МБ во **включенном** или в **выключенном** состоянии, что осуществляется подачей (снятием) питания на МБ. При этом выключенный (равно как и включенный) блок может быть как обслуживаемым, так и необслуживаемым. Алгоритм принятия решений и правомочность таких действий здесь не рассматриваются, но снятие питания без **соответствующих** прав расценивается как тревога с **соответствующими** последствиями.

Любой из обслуживаемых и включенных МО может находиться в **дежурном** или **тревожном** состоянии. Инициализация перевода из одного состояния в другое и обратно производится или аппаратно-программным обеспечением МБ, или Водителем, или программно ЦМ, или оператором.

Любой из включенных и обслуживаемых МО может быть в режиме сторож (локальная охранная сигнализация включена, используется на стоянке) или диспетчер (охранная сигнализация

выключена). Инициализация перевода из одного режима в другой и обратно производится только Водителем.

Периодичность передачи сообщений (период автотеста) в режимах "Сторож" и "Диспетчер" устанавливается по согласованию с Владелцем, а в тревожном состоянии устанавливается ЦМ по мере необходимости.

СОСТОЯНИЕ МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА определяется с помощью различных датчиков.

Типы, количество и методы установки датчиков определяет в первую очередь функциональное назначение мобильного объекта.

Основные типы мобильных объектов

- личный легковой автотранспорт;
- служебный легковой автотранспорт;
- общественный транспорт (автобусы, маршрутные и легковые такси, троллейбусы);
- спецтранспорт ("скорая помощь", инкассаторские машины, транспорт силовых структур);
- грузовой транспорт общего назначения;
- грузовой специальный транспорт (бензовозы, рефрижераторы).

Основные типы применяемых датчиков

- Триггерные датчики:
- датчики открытия дверей, капота, багажника;
 - датчики фиксации удара, изменения объема, разбивания стекла;
 - датчики замка зажигания (пуска двигателя);
 - датчики движения;
 - тревожная кнопка;
 - прочие.
- Уровневые датчики:

- датчики уровня топлива в бензобаке;
- датчики уровня заряда аккумуляторной батареи;
- датчики веса груза;
- датчики уровня транспортируемой жидкости;
- температурные датчики;
- прочие.

Выбор устанавливаемых датчиков в конечном счете определяется всей совокупностью условий эксплуатации конкретного объекта. Так, для инкассаторской машины, оставляемой на ночь на хорошо охраняемой гаражной закрытой стоянке, можно отказаться от режима "Сторож" и обеспечивающих этот режим датчиков. Для бензовоза, эксплуатируемого в автоматизируемой системе заливки и разлива топлива, потребуется установка соответствующего уровневого датчика и т.д.

Вся информация о состоянии МО автоматически фиксируется из датчиков в регистры памяти специального контроллера, который тем или иным способом осуществляет обмен данными с Центром Мониторинга. На МО помимо датчиков и контроллера должно быть оборудование передачи данных, антенна позиционирования и антенна приема/передачи данных (иногда могут быть совместные варианты), а также резервный аккумулятор.

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА

В системах мониторинга применяются два основных способа - размещение на МО специальных устройств, определяющих собственные координаты (спутниковые системы позиционирования), или размещение на МО устройств, позволяющих определить его координаты извне (системы навигации с применением радиолокационных методов). Методы радиолокации достаточно широко известны, поэтому остановимся кратко только на первом. Наиболее широко распространены спутниковыми системами позиционирования являются Системы GPS и "Глонасс".

Глобальная навигационная система GPS (Global Positioning System), известная также как Navstar (Navigation System with Time and Ranging - Навигационная система определения времени и дальности), предназначена для передачи навигационных сигналов, которые могут одновременно приниматься во всех регионах мира. Система была разработана по заказу Министерства обороны США, а космические аппараты изготовила компания Rockwell International.

Российская спутниковая навигационная система (СНС) аналогичного назначения, известная под названием "Глонасс" (Глобальная навигационная спутниковая система), разрабатывалась по заказу Министерства обороны России, но сейчас применяется для предоставления навигационных услуг различным категориям потребителей, без каких-либо ограничений. Орбитальная группировка российской системы навигации была развернута в начале 90-х гг., а ее коммерческая эксплуатация осуществляется с 1995 г.

Архитектура и основные характеристики

Системы GPS и "Глонасс" имеют сходную архитектуру. В их состав входят космический сегмент, состоящий из 24-х спутников, сеть наземных станций наблюдения за их работой и пользовательский сегмент (навигационные приемники). Все спутники GPS/"Глонасс" автономны. Параметры их орбит периодически контролируются сетью наземных станций слежения, с помощью которых (не реже 1-2 раз в сутки) вычисляются баллистические характеристики, регистрируются отклонения спутников от расчетных траекторий движения и определяется собственное время бортовых часов.

Каждый спутник рассчитан на работу примерно в течение 10-и лет. Новые спутники изготавливаются и запускаются на орбиту по мере необходимости.

Орбиты спутников располагаются примерно между 60 градусами северной и южной широты. Поэтому сигнал хотя бы от некоторых спутников может приниматься повсеместно в любое время. Даже на полюсах можно "увидеть" спутники, правда, они не будут пролетать прямо над головой. Это, конечно, повлияет на геометрию и, следовательно, на точность - но лишь отчасти.

Одним из важнейших преимуществ GPS перед существовавшими ранее наземными системами является всепогодность. GPS-спутник периодически передает "псевдослучайный код" (PRN - pseudorandom code), эфимерис (ephemeris) и альманах (almanach). Псевдослучайный код служит для идентификации передающего спутника. Все они пронумерованы от 1 до 32. Количество PRN-номеров больше, чем число спутников (24), но это облегчает обслуживание GPS-сети - новый спутник может быть запущен, проверен и введен в эксплуатацию еще до того, как старый выйдет из строя. Такому спутнику просто будет присвоен новый номер (от 1 до 32).

Данные эфимериса, постоянно передаваемые каждым спутником, содержат такую важную информацию, как состояние спутника (рабочее или нерабочее), текущая дата и время. Данные альманаха говорят о том, где в течение дня должны находиться все GPS-спутники. Каждый из них передает альманах, содержащий параметры своей орбиты, а также всех других спутников системы.

Каждый спутник передает сигнал, который, образно говоря, означает следующее: "Я - спутник № X, сейчас мое положение Y, это сообщение было послано во время Z". Конечно, это сильное упрощение, но поможет понять идею.

GPS-приемник получает сообщение и запоминает эфимерис и альманах для дальнейшего использования. Эта же информация используется для установки или коррекции часов приемника. Итак, для определения местоположения GPS-приемник сравнивает время

отправки сигнала со спутника со временем его получения на Земле. Эта разница во времени говорит GPS-приемнику о расстоянии до конкретного спутника. Если добавить к этому информацию о расстоянии, измеренном до нескольких других спутников, то можно триангулировать свое местоположение. Это в точности то же, что делает GPS-приемник. Имея сигналы минимум от трех спутников, он может определить широту и долготу - это называется двумерной фиксацией. Если же спутников четыре или более, то GPS-приемник может определить положение в 3-мерном пространстве, то есть указать широту, долготу и высоту. Постоянно отслеживая местоположение в течение некоторого времени, приемник также может рассчитать скорость и направление движения (имеется в виду т.н. "наземная скорость" и "наземный курс").

Важным фактором, влияющим на точность GPS, является геометрия спутников. Понятие "геометрия спутников" означает их расположение относительно друг друга и GPS-приемника. Если, например, приемник "видит" четыре спутника и все четыре расположены в северном и западном направлениях, то спутниковая геометрия плохая. Причем вплоть до того, что приемник вообще не сможет определить местоположение, так как все расстояния, измеренные до спутников, будут лежать в одном глобальном направлении. Это означает, что триангуляция будет плохой и что область пересечения построенных прямых будет довольно большой (то есть область вероятного положения будет занимать значительное пространство, и точно указать координаты невозможно). В этом случае, даже если приемник выдает некоторые значения координат, их точность не будет достаточно хороша (возможно, 100 - 150 м).

Если же эти четыре спутника будут находиться в разных направлениях, то точность значительно возрастет. Допустим, они расположены равномерно по сто-

ронам горизонта - на севере, востоке, юге и западе. Тогда, очевидно, геометрия будет очень хорошей. Область, определяемая пересечением соответствующих прямых, будет невелика, и мы можем быть уверены в правильности рассчитанного местоположения. В таком случае точность может быть не хуже 5-10 м.

Геометрия спутников становится особенно важной при использовании GPS-приемника в автомобиле, среди высоких зданий, в горах или в глубоких ущельях. Если сигналы от некоторых спутников оказываются экранированы, то точность определения местоположения будет зависеть от оставшихся "видимыми" спутников (а от их количества - возможность провести расчеты вообще). Чем большая часть неба заслонена искусственными или естественными предметами, тем сложнее определить положение.

Другой источник ошибок - переотражение спутникового сигнала от различных объектов. (В быту мы встречаемся с этим явлением, когда видим раздвоенное изображение на экране телевизора.) В случае GPS переотражение возникает при взаимодействии сигнала со зданиями или рельефом местности до того, как он достигнет приемной антенны. Такому сигналу требуется больше времени для достижения приемника, чем прямому. Это увеличение времени заставляет приемник считать, что спутник находится на большем расстоянии, чем на самом деле, и это увеличивает ошибку при определении положения. Такие переотражения, если происходят, то могут добавить около 5 м к общей ошибке.

Существуют ли другие источники погрешностей? Например, задержка прохождения сигнала из-за различных атмосферных феноменов. Или ошибка хода часов приемника. Однако GPS-приборы спроектированы так, чтобы, по возможности, компенсировать их, и, надо сказать, они справляются с этой задачей вполне успешно.

Однако небольшие искажения все же возможны. В скобках заметим, что задержка прохождения сигнала означает уменьшение скорости распространения радиоволн при прохождении ионосферы и тропосферы Земли. В космосе радиосигналы распространяются со скоростью света, однако, при попадании в ионизированные слои атмосферы Земли они существенно замедляются.

На практике обычные GPS-приемники обеспечивают точность от 20-и до 70-и м.

КАНАЛЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ С МОБИЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Системы на базе геостационарных спутников

Основная группа систем контроля дальних перевозок основана на данном типе спутников - система Inmarsat, системы OmniTracs и EutelTracs, система Prodat. В нашей стране реально представлены системы Inmarsat и EutelTracs.

Система Inmarsat создана в 1979 г. и объединяет почти 80 стран, использующих спутники и наземные станции системы. Система Inmarsat, базируясь на геостационарных спутниках, обеспечивает передачу информации между ПО и ДП на всей территории земного шара, за исключением приполярных областей. Время доставки информации в системе - от 5-7 до 15 минут в зависимости от организации диспетчерского пункта. Для контроля над дальними перевозками такое время доставки информации вполне приемлемо, и период обновления информации о состоянии объекта обычно составляет один час.

Система EutelTracs была реализована в 1992 г. и во всем мире имеет большое количество эксплуатируемых мобильных терминалов. (Только в России зарегистрировано более 300 терминалов.) С точки зрения потребителя, имеет схожие характеристики с компонентами системы Inmarsat. Системы используют различные частотные диапазоны, но состав мо-

бильных терминалов и функциональные возможности систем практически одинаковы. Мобильный терминал в системе EutelTracs имеет размеры в 2-3 раза превышающие размеры терминала Inmarsat, но для установки на грузовые машины это не является препятствием. На сегодняшний день система работает только до долготы Омска и не покрывает "правой половины" территории России.

Есть различия в системе оплаты трафика в Inmarsat и EutelTracs: в Inmarsat оплачивается только фактически переданная информация, а в EutelTracs присутствует обязательная абонентская плата за фиксированный объем информации. При редком обмене информацией в системе выгоднее оплата трафика в Inmarsat, при насыщенном - в EutelTracs.

Системы на базе низкоорбитальных спутников

Данные системы нельзя отнести к таким, в которых можно получить полноценную услугу. Иные еще в проекте, иные функционируют лишь частично, однако не вызывает сомнений, что они будут развернуты, и в конкретные сроки.

На сегодня несколько проектов вышли на финишную прямую. Запущены спутники, развернуто наземное оборудование, выпускаются спутниковые терминалы. Практически в полном объеме функционирует система Iridium. Близка к завершению система ORBCOMM, наиболее ориентированная на передачу телеметрической информации. К сожалению, ORBCOMM еще не имеет лицензии для работы на территории России. Основное отличие данных систем от рассмотренных выше в том, что их орбитальные группировки состоят из низкоорбитальных спутников с небольшой высотой орбиты (меньше тысячи километров). Для потребителя это означает, что спутниковые терминалы будут иметь малые

размеры и невысокие цены.

Система Iridium имеет глобальную зону покрытия за счет большого количества космических аппаратов - 66. Система предполагает большой перечень услуг: телефонная связь, передача алфавитно-цифровых сообщений на пейджер Iridium, переадресация вызова, конференц-связь, передача факсимильных сообщений, "голосовая почта", передача данных со скоростью 2 400 бит/с и др. Стоимость спутникового терминала на уровне \$2000, тарифы в системе ниже нынешних тарифов международной телефонной связи.

Система ORBCOMM предназначена для автоматизированного сбора информации о состоянии объектов, предоставления услуг электронной почты, решения навигационных задач. Система уже эксплуатируется, хотя в ней видны "временные провалы". Имеются в продаже терминалы - GSC 100 (Magellan) стоимостью около \$1000. Недорогие и компактные терминалы ORBCOMM планируется использовать для контроля над состоянием нефтепроводов и других подобных объектов.

Надо иметь в виду, однако, что за низкоорбитальными спутниковыми системами большое будущее, но прежде чем они выйдут на эксплуатационный уровень Inmarsat, EutelTracs, пройдет не один год. Да и геостационарные системы постараются встретить "низколетов" новыми функциональными возможностями и снижением расценок.

Системы на базе транковой связи

Транковые системы могут покрывать значительные площади, позволяя осуществлять "авторуминг" и "автопатчинг". В этих системах за счет связи отдельных ретрансляторов в единую логическую структуру потребитель освобожден от необходимости заботиться о переключении радиочастотных каналов при перемещении в рамках системы.

В мире (и в России) развернуты

и эксплуатируются транковые системы различных стандартов - SmartTrunk, MPT 1327, LTR, SmartZone, EDACS и др. Не анализируя причин, отметим лишь, что в нашей стране имеет смысл рассматривать в качестве базы для построения систем контроля ПО системы стандартов MPT 1327, LTR.

MPT 1327 многие фирмы, западные и отечественные, предлагают в рамках стандарта MPT 1327 AVLS с использованием SDM (Short Data Message - служба коротких цифровых посылок). При этом нет явного конфликта между передачей навигационной информации и голосовых сообщений, уменьшается время передачи единичной посылки цифровой информации до долей секунды (если передавать по голосовому каналу, то это время может быть 2-4 секунды). Но следует также учитывать, что управляющий канал нельзя перегружать и, следовательно, AVLS с большим количеством объектов построить на этом принципе нельзя.

В системах на базе LTR передача данных идет по голосовому каналу, так как выделенного управляющего канала в системе нет. Но за счет более высоких скоростных характеристик по сравнению с системами стандарта MPT 1327, создание AVLS на базе LTR имеет неплохие перспективы.

Системы на базе сотовой связи сейчас в России представлены не так глобально, как, например, в Западной Европе. Но все же в некоторых районах России этот вариант может быть реализован. Для построения AVLS в сотовых сетях многие фирмы выпускают оборудование и предлагают законченные системы.

Системы на базе КВ-связи

Многие факторы определяют качество КВ-связи. Но сочетание достаточного количества резервных радиочастот и современных технологий позволяет осуществлять передачу данных по КВ-каналу с высокой степенью надежностью.

ти и с достаточно высокой скоростью. Наиболее интересны в этом отношении разработки австралийских фирм Coden и Barrett, радиостанции которых имеют встроенный механизм автоматического поиска канала связи, обеспечивающий решение задачи нахождения канала наилучшего прохождения сигнала в течение всего сеанса связи. Для передачи цифровой информации предусмотрен встроенный модем со скоростью до 2400 бит/сек. При невозможности диспетчеру связаться с объектом слежения напрямую, автоматически идет поиск вариантов связи через другие транспортные средства системы.

Множество имеющихся каналов передачи данных позволяет выбрать оптимальный вариант или вообще в некоторых случаях отказаться от передачи. Например, закончив поездку, водитель предъявляет специальное устройство для считывания с него в компьютер всей накопленной за рейс информации. В последнее время для систем мониторинга локального покрытия широкую популярность приобретают системы сотовой связи (GSM) и по голосовому каналу, и по каналу передачи коротких SMS-сообщений. К сожалению, такие системы могут функционировать только при наличии связи с сотовой GSM. Находит применение и спутниковая система передачи коротких сообщений (SMSS), особенно для систем регионального покрытия.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СММО

- оперативное оповещение силовых структур о несанкционированных действиях с а/м;
- дублирование оповещения Владельцу а/м в случае несанкционированных действий;
- срабатывание тревоги при неправомерной попытке отключить аккумулятор;
- контроль вскрытия а/м;
- контроль включения/выключения зажигания;
- контроль своевременности

- прихода в центр тестовых сообщений;
- срабатывание тревоги при нажатии Водителем тревожной кнопки;
- контроль уровня заряда аккумулятора;
- домашний мониторинг через Internet за состоянием и маршрутом а/м на электронной карте местности;
- автоматическое привлечение внимания операторов к инициализированным а/м;
- отправка управляющих и технологических команд на а/м, вплоть до принудительной остановки двигателя;
- отслеживание перемещения группы а/м на электронной карте;
- просмотр маршрутов и состояний а/м в заданном промежутке времени;
- последующий анализ ситуаций при помощи ведения журналов, в том числе и действий операторов.

В очень скором будущем GPS станет стандартным оборудованием автомобилей. Некоторые базовые системы - такие, как, например, вызов техпомощи и полиции на место аварии, уже начали внедряться (водитель нажал кнопку, GPS-приемник определил координаты и передал их вместе с сигналом вызова в диспетчерский центр, и выездная бригада уже знает, куда ехать). Внедряются также и другие системы,

отображающие на экране ваше местоположение и помогающие прокладывать маршрут сквозь лабиринты улиц. Для контроля над передвижением спецавтомобилей (например инкассаторских) и для борьбы с угонами начали использоваться системы, постоянно отслеживающие положение движущегося объекта на карте местности.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИСТОЧНИКИ:

1. Материалы семинара "Белые ночи" НТКФ "Си-Норд" (СПб) <http://www.cnord.ru>
2. Бабушкин Ю.Н. "Применение спутниковой навигации при действиях в экстремальных условиях. "ИНФОРМОСТ"- "Средства связи", № 3 (16), 2001, с. 15-17.
3. <http://www.cnord.ru/AndromedaMC/frmCompetitors.htm>
4. <http://www.bostonpc.ru/bostonpc/>



Система мониторинга мобильных объектов

андромега



Система мониторинга мобильных объектов «Андромеда - МС» - это аппаратно-программный комплекс, предназначенный для дистанционного контроля состояния и местоположения транспортных средств.

«Андромеда-МС» обеспечивает выполнение таких задач: мониторинг GPS и передача в центр мониторинга SMS-сообщений о состоянии и местоположении объекта по каналам сотовой связи GSM.

«Андромеда-МС» включает в себя:

- мобильные блоки, устанавливаемые на транспортные средства;
- главный центр мониторинга;
- удаленный центр мониторинга.

«Андромеда-МС» предоставляет возможности:

- ✓ предоставления персонального или общего доступа к карте;
- ✓ определения трех ближайших отделений милиции к текущему местоположению автомобиля;
- ✓ отправки управляющих и технологических команд на а/м, вплоть до принудительной остановки двигателя;
- ✓ просмотра маршрутов и состояний а/м в заданном промежутке времени;
- ✓ оперативного оповещения силовых структур о несанкционированных действиях с а/м;
- ✓ контроля вскрытия и включения/выключения зажигания а/м;
- ✓ срабатывания тревоги при нажатии водителем тревожной кнопки;
- ✓ домашнего мониторинга через Internet.

Прцветайте в безопасности!

191123, Россия, г. Санкт-Петербург,
Маложильный пер., 13, а/я 335
тел.: (812) 327-1635 факс: (812) 327-1633
E-mail: cnord@cnord.ru <http://www.cnord.ru>

