

Михаил Басюк
Федор Савицкий
Игорь Хожанов
Сергей Чубаров
rateos@rateos.ru

Архитектура построения и организация

программно-математического обеспечения системы радионавигационного мониторинга автотранспорта «Маршрут»

Современный этап развития научно-технического прогресса характеризуется резким увеличением количества автотранспортных средств. Минимизация издержек при их эксплуатации требует применения специализированного навигационно-связного оборудования, которое обеспечивает возможность контроля местоположения автотранспорта с визуализацией его на электронной карте местности.

В течение 2000-2004 годов фирма «Ратеос» разработала и выпустила на рынок систему радионавигационного мониторинга «Маршрут», которая построена на основе синтезированной специалистами фирмы и опубликованной в различных изданиях концепции построения унифицированного ряда навигационно-связных комплексов для управления наземным транспортом [1].

Несмотря на разнородность задач, решаемых в навигационно-связных комплексах управления автотранспортом, анализ показывает, что можно в принципе выделить информационно-вычислительное ядро (основу всех видов комплексов), которое является базовым и может быть использовано во всех реализациях такого класса аппаратуры. При этом, используя принципы открытой архитектуры построения модулей и программно-математического обеспечения, можно реализовать всю совокупность прикладных задач, решаемых такими системами.

Система радионавигационного мониторинга «Маршрут» позволяет:

1. Передавать в диспетчерский центр системы в режиме реального времени оперативную информацию о навигационных параметрах (координатах, скорости и времени) транспортного средства, а также о состоянии его внешних датчиков с отображением на электронных картах местности.
2. Устанавливать двухстороннюю голосовую связь между транспортным средством и диспетчерским центром системы.
3. Анализировать архивы маршрутов объектов с отображением на электронных картах. Каждая точка маршрута «привязана»

ко времени и дате присутствия в ней объекта. При этом имеется возможность отображения части маршрутов за любой интересующий период времени, а также имитации движения объекта. Вы сможете узнать, где был тот или иной объект в интересующий период времени (или, наоборот, когда он был в интересующем месте).

4. Автоматически формировать таблицы с различными отчетами о динамике парка транспортных средств в формате Microsoft Excel (о пробеге объектов за выбранный период времени, периоде работы двигателя, времени нахождения объектов в заданных районах, графике следования по установленному маршруту и т. п.).

На рис. 1 представлена функциональная схема взаимодействия оборудования и программного обеспечения в системе «Маршрут».

Как видно из рис. 1, подвижные объекты оборудуются навигационными контроллерами (далее - контроллер) с антеннами GPS и GSM. GPS-антенна принимает сигналы от навигационных спутников, а встроенный процессор использует эти сигналы для непрерывного вычисления географических координат (широта и долгота) и других параметров (скорость, курс, высота) объекта. Встроенный в контроллер GSM/GPRS-терминал выходит через сотовую сеть оператора связи в Интернет и передает отчеты о текущем местоположении объекта на компьютер диспетчерского центра с заданной периодичностью. Для регистрации в сотовой сети GSM используются обычные SIM-карты (как в сотовых телефонах). Кроме данных о местоположении передается также информация о состоянии внешних датчиков, установленных на объектах.

Контроллеры имеют встроенную энергонезависимую (Flash) память, в которую записываются маршруты объекта при невозможности доставить данные в диспетчерский центр (например, при выходе из зоны обслуживания GPRS, временных проблемах оператора сотовой связи, выключения программы «Интернет-канал» в диспетчерском центре и т. п.). При появлении GPRS-соединения контроллер сначала отправит в диспетчерский центр

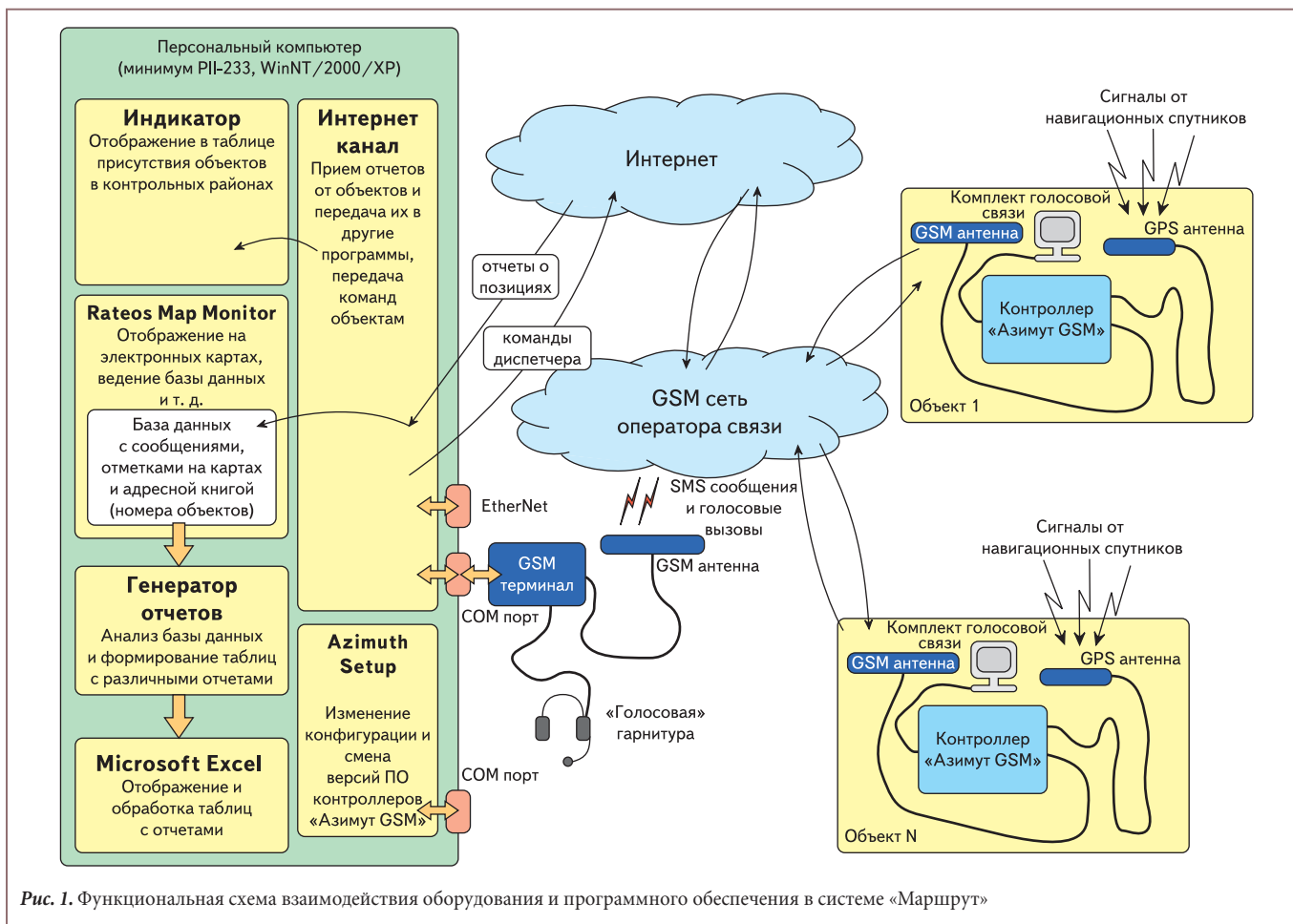


Рис. 1. Функциональная схема взаимодействия оборудования и программного обеспечения в системе «Маршрут»

запомненные маршруты и только после этого продолжит работу в режиме реального времени. Таким образом, маршруты объектов не будут потеряны даже при пропадании GPRS-связи. Кроме этого, при отсутствии GPRS-соединения имеется возможность получать данные от объектов с помощью SMS-сообщений.

Программа «Интернет-канал» получает отчеты от подвижных объектов через Интернет (или через GSM-терминал при использовании SMS-сообщений) и передает их в базу данных программы «Rates Map Monitor», а также программе «Индикатор». Информация из базы данных используется также программой «Генератор отчетов» для формирования таблиц с отчетами о передвижениях объектов.

Рассмотрим вопрос взаимодействия программ диспетчерского центра системы.

Подвижные объекты доставляют данные через сеть Интернет (через GPRS-соединение) или с помощью SMS-сообщений программе «Интернет-канал». Полученную от объектов информацию «Интернет-канал» предоставляет другим программам: «Rates Map Monitor» (отображение на электронных картах) и «Индикатор» (отображение в таблице нахождения объектов в контрольных районах). Эти программы могут быть установлены как на том же компьютере, что и «Интернет-канал», так и на других компьютерах в пределах локальной сети, при этом возможно взаимодействие одного «Интернет-канала» с несколькими внешними программами. Программа «Интернет-канал» обрабатывает поступившие от объектов отчеты (независи-

мо от способа их доставки) и передает информацию внешним программам. Кроме этого, «Интернет-канал» служит для управления удаленными объектами (изменение периодичности отчетов, включение-выключение внешних исполнительных устройств, отправка-прием сообщений в виде SMS и др.) и для отображения состояния внешних датчиков, установленных на объектах.

Получение данных с помощью SMS возможно только в режиме «запрос-ответ» (объекты отправляют SMS только в ответ на запрос диспетчера). Как правило, данный вид связи используется только как «резервный» на случай отсутствия GPRS-соединения (например, при выходе объекта из зоны охвата GPRS).

Подключение объектов через сеть Интернет возможно только к компьютеру с фиксированным IP-адресом. Таким образом, если компьютер, на который устанавливается «Интернет-канал», непосредственно подключен к сети Интернет, то он должен иметь постоянный IP-адрес, который записывается в навигационные контроллеры, установленные на объектах. Также контроллерам указывается номер TCP-порта, открываемого «Интернет-каналом». Номер порта задается в настройках «Интернет-канала». IP-адрес и номер TCP-порта однозначно определяют в Интернете «окно», через которое объекты подключаются к «Интернет-каналу».

Если компьютер, выбранный в качестве диспетчерского центра, находится в виртуальной сети, подключенной к Интернету с помощью технологии Network Address Translation (NAT) и не имеет реального IP-адреса, то для досту-

па объектов извне на устройстве NAT необходимо открыть один TCP-порт диспетчерского компьютера.

На рис. 2 показана структурная схема взаимодействия программ диспетчерского центра системы радионавигационного мониторинга «Маршрут».

Полученные от удаленных объектов данные «Интернет-канал» помещает в папку Inbox. Если необходима поддержка нескольких внешних программ, отображающих одни и те же объекты, то в настройках «Интернет-канала» необходимо указать количество дублирующих папок для внешних программ. В этом случае помимо «основной» папки Inbox «Интернет-канал» создаст в ней соответствующее количество подпапок Inbox1...InboxN. При этом дополнительные программы должны быть настроены на получение данных из отдельных папок InboxN.

Например, если в диспетчерском центре планируется использовать три компьютера, на каждом из которых будут установлены программы «RatesMapMonitor» и «Индикатор», то в «Интернет-канале» следует задать 5 дублирующих папок (одна создается по умолчанию). При этом в «основной» папке Inbox будут созданы подпапки Inbox1...Inbox5, в которые «Интернет-канал» будет помещать копии данных от объектов. «Первая» программа «Rates Map Monitor» должна быть настроена на получение данных, например, из «основной» папки Inbox, «вторая» программа «Rates Map Monitor» — из папки Inbox1 и т. д., а программы «Индикатор» — соответственно из папок Inbox3, Inbox4 и Inbox5. Порядок распре-

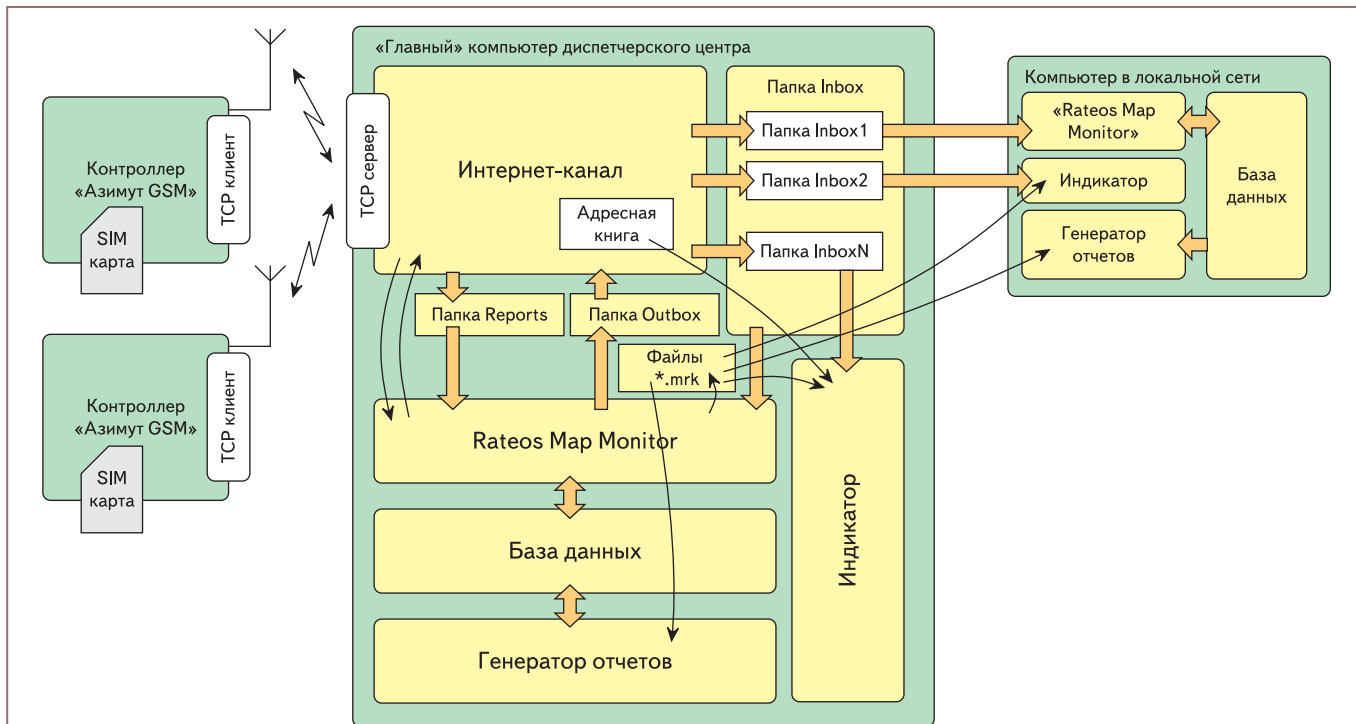


Рис. 2. Структура взаимодействия программ диспетчерского центра

деления папок не имеет значения, важно лишь, чтобы каждая внешняя программа извлекала данные из отдельной папки.

В случае, если папка InboxN и использующая ее программа расположены на разных компьютерах, следует открыть полный доступ по сети к этой папке.

Описанное выше дублирование папок необходимо только в случае, если требуется на нескольких рабочих местах следить за одними и теми же объектами системы. Если же внешние программы работают с разными объектами (в адресных книгах этих программ прописаны разные объекты), можно настроить эти программы на одну и ту же папку Inbox, поскольку каждая программа при этом будет «забирать» оттуда данные только от своих объектов.

Программа «Rates Map Monitor», получив из папки InboxN с помощью встроенного «приемника сообщений» данные от объектов, записывает их в рабочую базу данных, после чего они становятся доступными для отображения на картах, воспроизведения маршрутов и пр.

Из той же базы данных информацию получает и программа «Генератор отчетов» для формирования таблиц в формате MS Excel с различными отчетами о передвижениях объектов за выбранный период времени.

С помощью программы «Rates Map Monitor» задаются также описания контрольных районов, используемых программами «Индикатор» и «Генератор отчетов». Эти описания хранятся в файлах.

«Интернет-канал» является «информационным центром» диспетчерской и обеспечивает данными от удаленных объектов все диспетчерские рабочие места.

Программа «Интернет-канал» позволяет управлять технологическими параметрами системы, с ее помощью можно:

- добавлять и удалять объекты в системе;

- изменять периодичность получения автоматических отчетов от объектов;
- запрашивать объекты с помощью SMS-сообщений;
- контролировать состояние внешних датчиков, установленных на объектах;
- задавать события, интерпретирующиеся как «Тревога», и передавать информацию о «тревогах» в другие программы диспетчерского центра;
- управлять состоянием внешних исполнительных устройств, установленных на объектах;
- отправлять «служебные» команды контроллерам для дистанционного изменения конфигурации.

Будучи сконфигурированной, программа работает автономно и требует оперативного вмешательства только при необходимости внесения изменения в систему (добавление и удаление объектов, определение «Тревог» и т. д.).

При задании запланированных отчетов есть возможность изменять следующие параметры:

- Периодичность по скорости. Изменение скорости от момента формирования последнего отчета, при котором контроллер сформирует новый отчет.
- Периодичность по курсу. Изменение курса от момента формирования последнего отчета, при котором контроллер сформирует новый отчет.
- Периодичность по времени. Время, по истечении которого с момента формирования последнего отчета контроллер сформирует новый отчет.
- Периодичность по расстоянию. Удаление от точки формирования последнего отчета, при котором контроллер сформирует новый отчет.
- Ограничение по времени. Минимальное время, которое должно пройти с момента формирования последнего отчета, прежде чем контроллер сформирует новый отчет.

Каждая из настроек периодичности отчетов может независимо отключаться. От правильности конфигурации периодичности зависит географическая точность построения маршрутов и точность статистических расчетов, которые можно будет сделать на их основе (пробег объекта, остановки, присутствие в контрольных районах и т. д.).

При использовании стандартных методов формирования точек маршрута, например, через равные промежутки времени, память расходует неэффективно, так как расход не зависит от характера движения объекта. Используемый же в контроллере интеллектуальный алгоритм действует по принципу: нет изменений в характере движения – не нужно записывать лишний отчет. Основными критериями записи отчетов являются периодичность по скорости и курсу. При прямолинейном движении с одинаковой скоростью или на остановке контроллер не будет записывать отчеты, которые не несут полезной информации, но, как только скорость или направление движения меняются на заданные значения, будет сформирован отчет. В результате на остановках и прямолинейных участках движения не будет лишних отчетов, тогда как каждый поворот, торможение и разгон будут «гладко прорисованы» с хорошей подробностью. Задание периодичности по расстоянию является вспомогательным и позволяет формировать дополнительные отчеты при прямолинейном движении с постоянной скоростью. Указание периодичности по времени приведет к формированию дополнительных отчетов на стоянке (остановке) объекта и в большинстве случаев не скажется на подробности маршрута. Данные настройки нужны для гарантированной точности формирования отчетов о движении объекта по контрольным районам и измерения различных временных интервалов, например, времени работы контроллера.

Задание ограничения по времени позволяет избавиться от зачастую ненужной подробности «прорисовки» маршрутов. Например, поворот объекта на 90 градусов может вызвать 5-10 отчетов по изменению курса, тогда как при ограничении, скажем, до трех секунд, тот же поворот «прорисует» 3-4 отчетами, что вполне достаточно для последующего анализа. Для отображения текущего положения объектов и архивных маршрутов на электронных картах используется программа «Rateos Map Monitor» с необходимым набором электронных карт. Эта программа предоставляет следующие основные возможности:

- отображение текущего положения (в том числе и в режиме слежения) и маршрутов на электронных картах с возможностью изменения масштаба карт, измерения расстояний и т. д.;
- возможность фильтрации архивных маршрутов по времени – всегда можно отобразить маршрут за заданный период времени для любого объекта в системе;
- быстрый вывод информации о скорости, состояниях датчиков, времени и дате нахождения объекта для каждой точки маршрута с точностью до секунды;
- имитацию движения объектов за выбранный период времени;
- ведение архивов базы данных с маршрутами объектов с возможностью восстановления маршрута за любой период времени.

В главном окне программы (рис. 3) располагаются следующие основные элементы:

- панель инструментов с иконками для быстрого вызова основных инструментов;
- панель со списком отображаемых объектов;
- окно (окна) с электронными картами;
- строка статуса.

В списке объектов отображаются номера и названия объектов, время и дата последнего полученного от объекта сообщения, его скорость, а также пример стиля отображения объекта на карте. Список содержит только те объекты из адресной книги, которые отмечены там соответствующим флажком.

Функциональная схема навигационного контроллера «Азимут», устанавливаемого на борту транспортного средства, представлена на рис. 4. Навигационный контроллер «Азимут» содержит: 16-канальный навигационный приемник сигналов системы GPS «Navstar» с антенной, встроенный двухдиапазонный (900/1800 МГц) GSM-терминал с антенной, центральный процессор и вторичный источник питания.

В контроллере предусмотрена возможность подключения внешних датчиков (5 на замыкание-размыкание и 3 «аналоговых») и исполнительных устройств (5 на замыкание-размыкание).

В качестве входных датчиков допускается подключение любых устройств, обеспечивающих механическое (кнопки, тумблеры, концевые выключатели, реле и т. п.) или электронное (открытый коллектор) замыкание на «землю». При подключении «аналоговых» датчиков следует использовать внешние согласующие цепи, обеспечивающие диапазон входных напряжений на контактах контроллера от 0 до 2,5 В. К выходам контроллера подключаются внешние исполнительные устройства с током

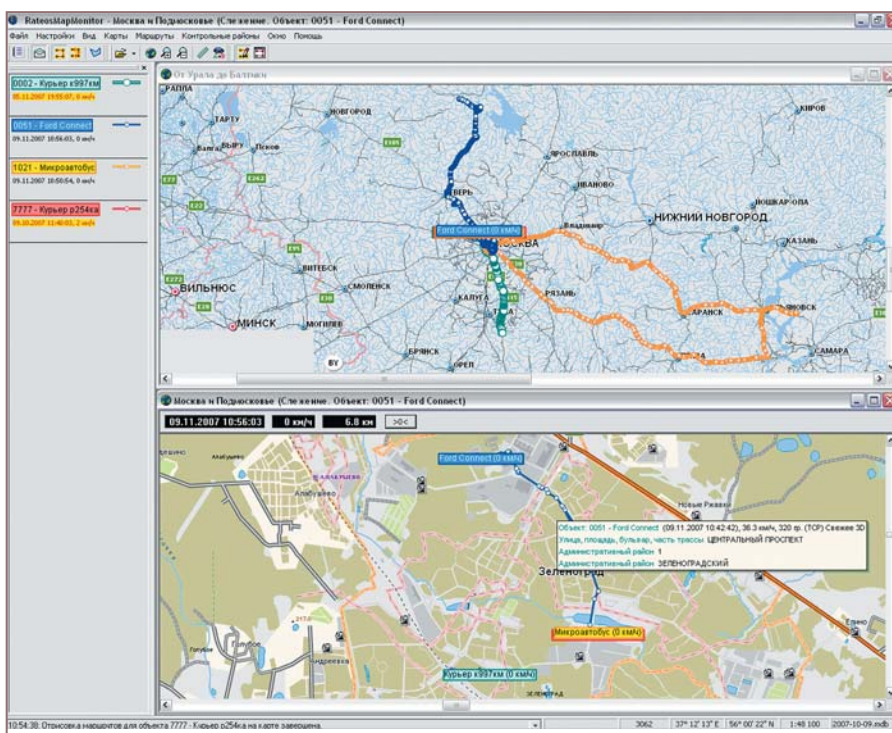


Рис. 3. Отображение текущего положения объекта с помощью программы «Rateos Map Monitor»

потребления не более 1 А. Для более мощных устройств следует использовать внешнее реле.

Для обеспечения голосовой связи диспетчера с объектом к разъему AUDIO контроллера можно подключить комплект голосовой связи. Так как в комплекте голосовой связи установлен активный динамик, то ему требуется внешнее пи-

тание 8-32 В. Питание можно подводить как непосредственно от бортовой сети автомобиля, так и от соответствующих контактов разъема IN / OUT контроллера.

Важным преимуществом навигационного контроллера «Азимут» является возможность параллельного подключения через разъем RS-232 до трех цифровых датчиков уровня топлива.

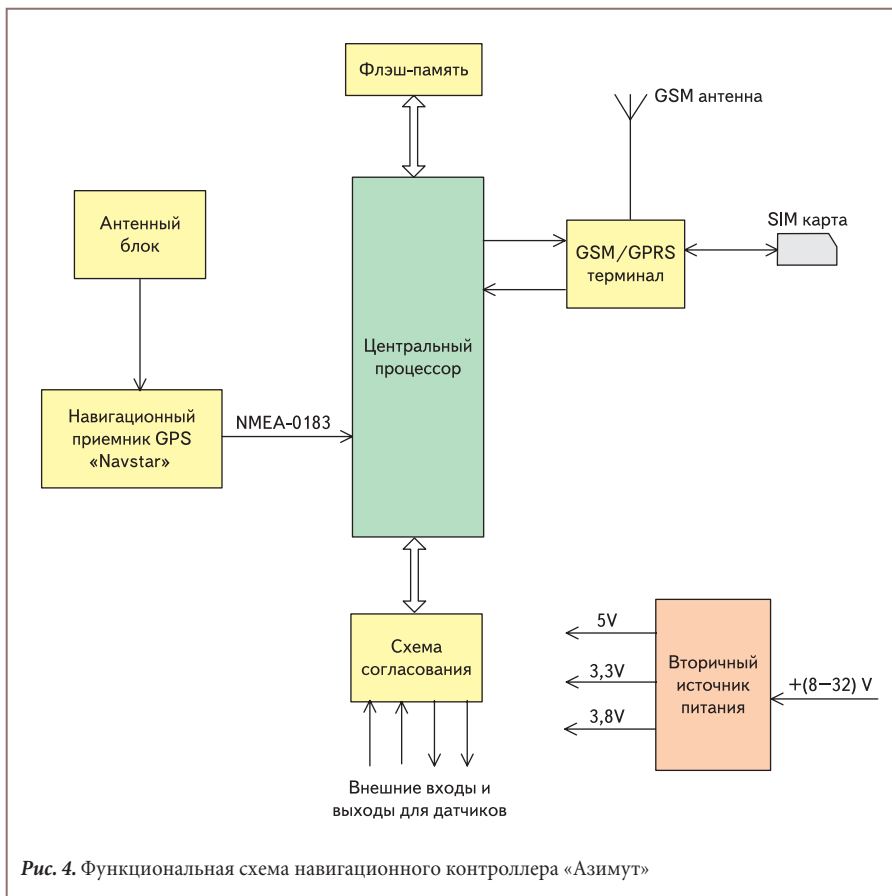


Рис. 4. Функциональная схема навигационного контроллера «Азимут»

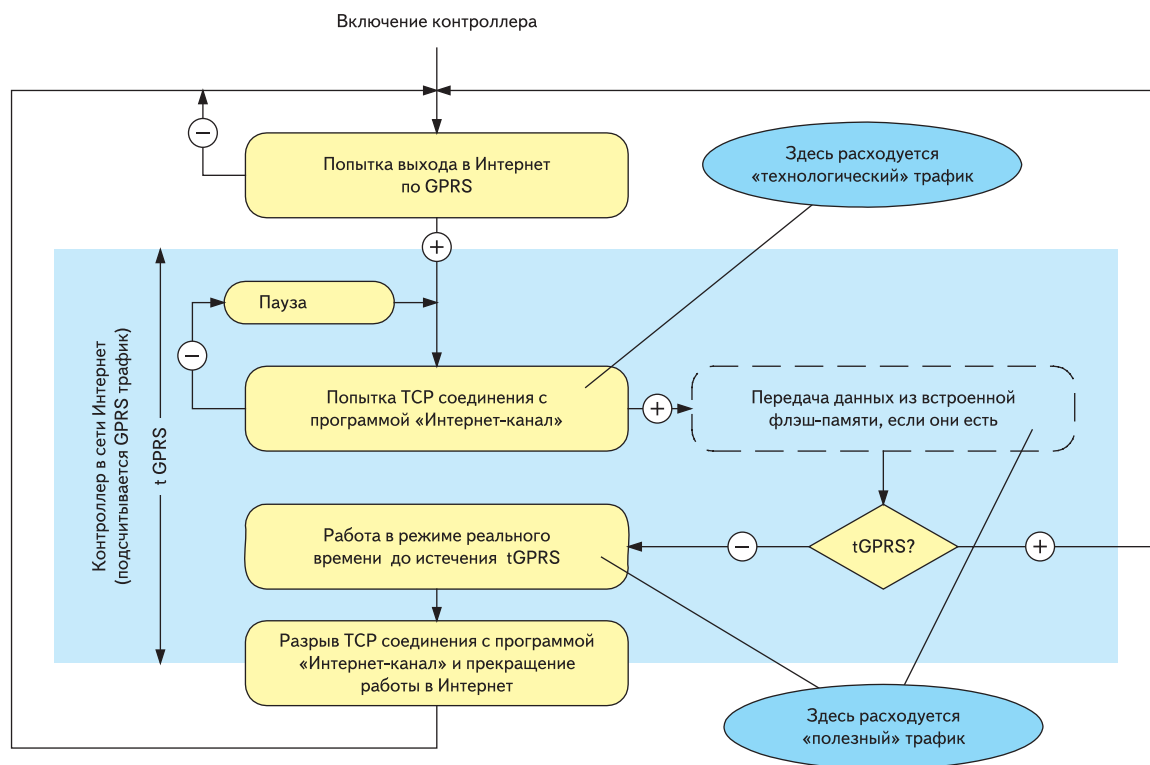


Рис. 5. Блок-схема алгоритма установки времени GPRS-соединения в навигационном контроллере

Опыт показывает, что использование, например, датчика емкостного типа фирмы OmniCOMM позволяет получить относительную погрешность измерений расхода топлива не более трех-пяти процентов.

Важным параметром, задающим режим работы контроллера «Азимут», является «время GPRS-соединения». Этот параметр определяет, на какое время контроллер будет выходить в Интернет через GPRS-соединение. Блок-схема алгоритма установки времени GPRS-соединения представлена на рис. 5.

Начало отсчета времени GPRS-соединения (t_{GPRS}) начинается сразу после выхода контроллера в Интернет (с этого же момента начинает учитываться и трафик). Получив доступ в Интернет, контроллер устанавливает TCP-соединение с программой «Интернет-канал», после чего отправляет этой программе запомненные при отсутствии связи и ранее не переданные маршруты из своей флэш-памяти (если они есть). Процесс передачи маршрутов из флэш-памяти не ограничен во времени: контроллер будет их передавать до последней сохраненной записи.

После передачи сохраненных маршрутов контроллер работает в режиме реального времени (если за время передачи данных из флэш-памяти не истекло время t_{GPRS}), передавая данные «Интернет-каналу» с заданной периодичностью до истечения времени t_{GPRS} . Из описанной логики вытекают следующие выводы.

1. Программа «Интернет-канал» должна работать постоянно, поскольку контроллеры на объектах, не сумев установить с ней соединение, будут запоминать свои маршруты во встроенной флэш-памяти. При этом после включения «Интернет-канала» конт-

роллеры некоторое время не смогут работать в реальном времени, так как будут заняты доставкой сохраненных маршрутов.

2. Оптимальный (с точки зрения расходов на оплату GPRS-трафика) выбор параметра t_{GPRS} зависит от тарифного плана оператора сотовой связи:

- для тарифного плана, предусматривающего наличие бесплатного порога при оплате трафика, есть смысл использовать этот порог для бесплатной передачи данных. Для этого следует устанавливать малое значение t_{GPRS} (например, 1 минуту). В этом случае контроллер будет выходить в Интернет на одну минуту с перерывами (3-5 с) на разрыв и установление нового Интернет-соединения. За эту минуту он может не успеть превысить бесплатный лимит трафика (как правило, при периодичности отчетов «раз в 5-10 с» потребуется около 2-3 Кбайт трафика в минуту), что позволит избежать оплаты за передачу данных. Это справедливо только при работе контроллеров в «реальном времени», когда им не нужно передавать запомненные во флэш-памяти маршруты, поэтому при такой оптимизации появляется дополнительный стимул для круглосуточной работы «Интернет-канала»;
- для тарифных планов, где порог бесплатного трафика отсутствует, наоборот, установка малых величин t_{GPRS} приведет к неоправданным затратам, поскольку при этом придется платить за каждое GPRS-соединение, даже если вообще никакие данные не передаются. В таком случае оптимальным будет большое время t_{GPRS} , за которое контроллер передаст объем данных в несколько раз больший,

чем «интервал тарификации» (точность округления трафика, определяется в тарифном плане оператора сотовой связи). Точный расчет необходимого времени t_{GPRS} произвести не представляется возможным из-за наличия множества переменных величин, участвующих в расчетах: изменение характера движения объекта, непредсказуемость объема «технологического» трафика для соединения и поддержания этого соединения и т. п., но, в общем случае, следует устанавливать время t_{GPRS} равное нескольким часам. Слишком большим время t_{GPRS} задавать не рекомендуется, так как в случае каких-либо проблем с выходом в Интернет через сотового оператора контроллер не сможет пересбросить встроенный GSM-модуль, пока это время не истечет.

Таким образом, использование системы радионавигационного мониторинга «Маршрут» позволяет конечным потребителям осуществлять оперативный контроль за передвижением автомобилей, оптимизировать маршруты их движения, исключив при этом нецелевое использование автотранспорта.

Аппаратура системы «Маршрут» позволяет также оперативно реагировать на различные непредвиденные ситуации в процессе движения автотранспорта. Срок окупаемости аппаратуры при правильной ее эксплуатации не превышает 3-4 месяцев. □

Литература

1. Басюк М. Н., Хожанов И. В. и др. Концепция построения унифицированного ряда навигационно-связных комплексов для управления наземным транспортом // М.: Информационные технологии. 2001. № 5.