

**П.В. Черепанов****УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ К  
СТАЦИОНАРНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ**

*Черепанов Павел Валерьевич, магистр кафедры вычислительной техники Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики. Ведущий инженер-программист ОАО «НИИАА». Имеет статьи в области проектирования телекоммуникационных систем. [e-mail: pavel@cherapanov.pro].*

**Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы организации управления доступом мобильных объектов к стационарной части специализированной территориально распределенной телекоммуникационной системы. В процессе анализа стандартных систем управления доступом определены ключевые узлы, интерфейсы, связи между узлами, функции узлов и правила взаимодействия между ними. На основании полученных результатов предлагается организационная структура управления доступом к системе, обеспечивающая выполнение специальных требований.

Ключевые слова: стационарная телекоммуникационная система, мобильный доступ.

При проектировании специализированной территориально распределенной телекоммуникационной системы (ТРТКС) необходимо обеспечить функционирование всей системы как в нормальных условиях, так и в условиях чрезвычайной ситуации. В последнем случае зачастую требуется подключение мобильных объектов, обеспечение надежности и безопасности их работы. Такие сети с переменной конфигурацией относятся к разряду самоорганизующихся сетей и должны удовлетворять следующим требованиям [1]:

- обеспечение в масштабе реального времени подключаемого элемента (мобильного маршрутизатора) необходимой ему сетевой информацией о состоянии связности сети;
- информирование стационарных сетевых элементов о подключаемом элементе;
- обеспечение политики безопасности процесса подключения мобильных элементов;
- использование специальных протоколов управления сетью.

При этом стационарная часть специализированной ТРТКС обеспечивает выполнение следующих базовых функций [2]:

- передача информации как по аналоговым, так и по цифровым каналам связи;
- подключение мобильных объектов, использующих как специальные протоколы обмена данными, так и стандартные стеки сетевых протоколов;

- предоставление подключенным объектам дополнительных услуг по передаче разнородного IP-трафика (трафика данных и потокового трафика – речь, видео в режиме реального времени);
- оптимизация выбора маршрута для мобильных объектов, подключенных к нескольким маршрутизаторам;
- обеспечение требуемого качества обслуживания спецтрафика и IP-трафика;
- отслеживание местонахождения мобильных объектов ТРТКС для предоставления им качественных услуг связи за счет выбора оптимальных маршрутов доставки сообщений;
- масштабирование стационарной сети путем ввода дополнительных мобильных сетевых узлов;
- обеспечение безопасности информационного обмена с мобильными элементами.

Проблема подключения мобильных объектов к эксплуатируемой системе была в свое время успешно решена разработчиками стандарта GSM (Global System for Mobile Communications) [3]. На базе их подхода ниже предложен вариант масштабирования специализированной ТРТКС за счет подключения мобильных объектов.

Взаимодействие подключаемых мобильных объектов с базовой станцией (БС) может осуществляться посредством проводных и беспроводных каналов связи, но, как правило, используются сети радиодоступа, представляющие собой одну или несколько отдельных БС, соединенных между собой посредством одного контроллера базовых станций (КБС). Схема организации радиодоступа мобильных объектов к ТРТКС представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 также представлены следующие функциональные узлы системы:

- мобильные объекты – единичные абонентские комплексы или дополнительные мобильные сетевые комплексы (мобильные маршрутизаторы), осуществляющие масштабирование существующей ТРТКС;
- блок управления пакетами – коммутирующий и управляющий узел КБС;
- КБС – управляет группой БС, подключенных к нему;
- узел обслуживания мобильных объектов – центральный элемент организации доступа мобильных абонентов к стационарной части ТРТКС – руководит процессом регистрации новых и уже подключенных мобильных объектов на каждом из КБС, находящихся в его ведении;
- шлюз доступа является связующим звеном между базовой IP-сетью ТРТКС и другими пакетными сетями передачи данных общего (Internet) и специального назначения, обеспечивает доступ узла обслуживания мобильных объектов к центру аутентификации и регистрам местоположения и идентификации оборудования, находящимся в БС;
- центр аутентификации – узел, принимающий решение об авторизации подключаемого элемента по идентификатору, полученному от узла обслуживания мобильных объектов;
- регистр идентификации оборудования – база данных, хранящая расширенные сценарии регистрации подключаемого оборудования;

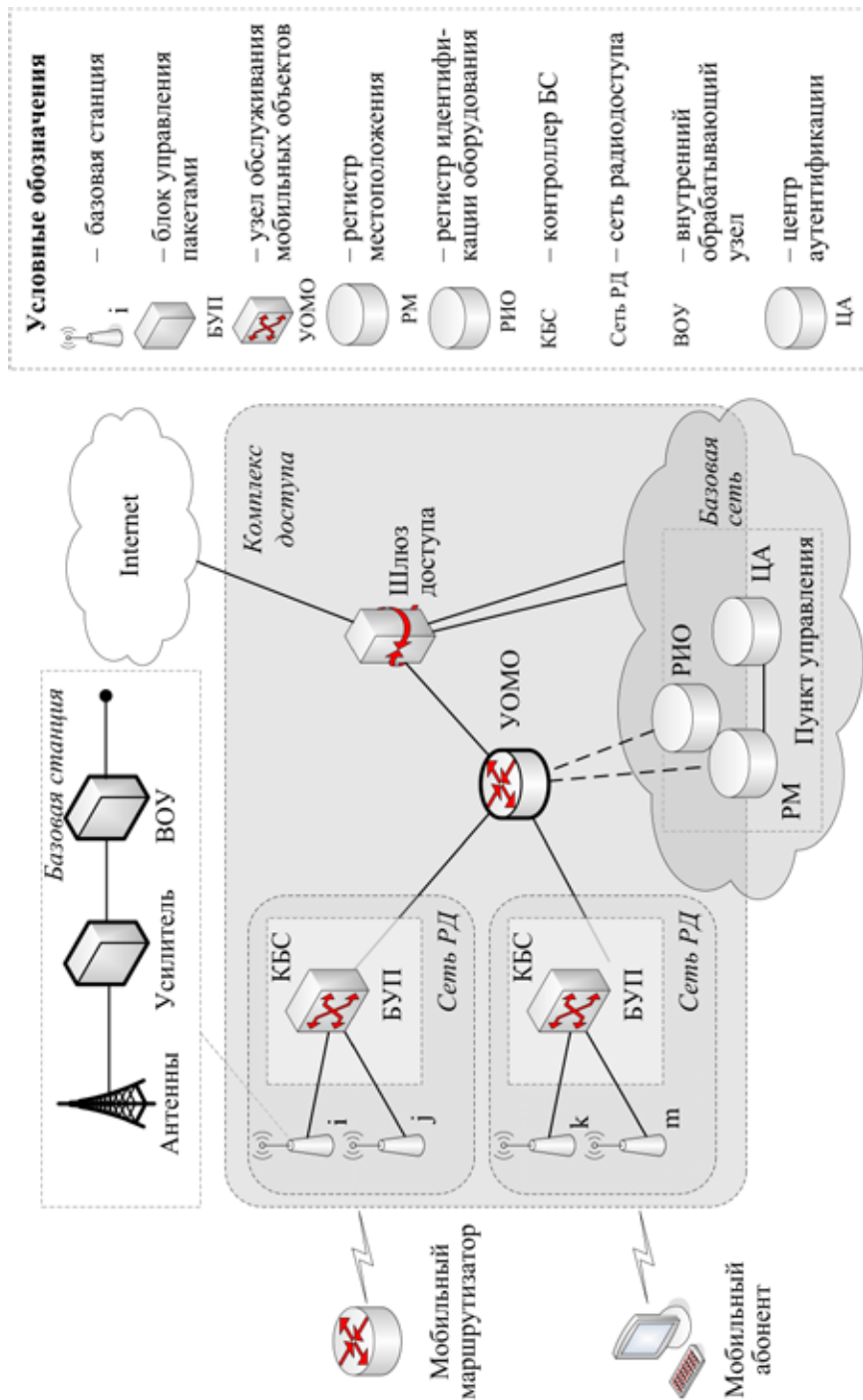


Рис. 1. Схема организации радиодоступа мобильных объектов к ТРКК

– регистр местоположения – содержит параметры всех подключенных мобильных объектов.

Каждый КБС определяет независимую сеть радиодоступа, покрывающую небольшой участок территории, являющийся частью определенной зоны местоположения. В условиях чрезвычайной ситуации особенно важна мобильность взаимодействующих элементов – возможность перемещаться, выходя из зоны покрытия одних БС, попадая в область приема / передачи других. Как только мобильный объект перемещается из одной зоны в другую, производится обновление информации о его местонахождении в регистре местоположения. Благодаря этому мобильный объект сохраняет гарантированный доступ к сети.

На основании перечисленных выше требований на сети радиодоступа возлагается следующий минимальный набор функций:

- назначение радиоканалов;
- прием и передача радиосигналов;
- контроль качества передачи данных;
- маршрутизация трафика к мобильным объектам в рамках сети радиодоступа;
- сохранение сессии мобильного объекта при переходе от одной БС к другой в рамках одного КБС.

БС принимает / передает радиосигнал и конвертирует его в формат интерфейса между БС и КБС. На интерфейсе БС–КБС осуществляется мультиплексирование каналов трафика, передача пользовательской и сигнальной (контрольной и синхронизирующей) информации. В состав каждой БС входят: внутренний обрабатывающий узел, усилители и приемопередающие антенные устройства. Внутреннее обрабатывающее устройство БС осуществляет обработку данных и управление ими на физическом уровне модели OSI. Данные, пришедшие со стороны КБС, передаются на усилитель, где происходят цифроаналоговые преобразования.

КБС управляет работой группы БС, подключенных к нему, посредством взаимодействия с внутренним обрабатывающим устройством БС и контролирует состояние каждой БС с помощью библиотеки команд. Блок управления пакетами – составная часть КБС, пограничный узел, к которому подключаются БС, – выполняет следующие функции:

- распределяет ресурсы между подключаемыми мобильными объектами;
- контролирует процесс передачи сессии мобильного объекта от одной БС к другой без потери обслуживания;
- преобразует кадры интерфейса БС–КБС в форматы, используемые протоколами TCP / IP.

Блок управления пакетами может быть технически реализован как пакетный коммутатор.

Как видно из рисунка 1, группа КБС подключается к узлу обслуживания мобильных объектов, образуя топологию «звезда», выступая связующим звеном между сетью БС сети радиодоступа и сетью комплекса доступа. Таким образом, узел обслуживания мобильных объектов – основной управляющий компонент сетевой архитектуры ТРТКС по реализации всех функций пакетной обработки для ее мобильной подсистемы. Узел обслуживания мобильных объектов выполняет

следующие функции:

- контроль доставки пакетов данных мобильным объектам;
- маршрутизация трафика на контроллеры БС;
- взаимодействие с регистром местоположения ТРТКС;
- аутентификация мобильных объектов;
- динамическая настройка IP-узла;
- непрерывное наблюдение за параметрами подключенных мобильных объектов и их регистрация;
- регистрация мобильных объектов на узле аутентификации;
- шифрование трафика.

Технической реализацией узла обслуживания мобильных объектов может выступать классический маршрутизатор.

Узел обслуживания мобильных объектов связан различными интерфейсами с большинством элементов системы: КБС, регистром идентификации оборудования, шлюзом доступа, регистром местоположения и центром аутентификации. При этом количество шлюзов доступа, регистров и КБС может варьироваться: оно определяется емкостью сети и общей рабочей нагрузкой на нее. В качестве технологии, используемой для передачи данных между различными интерфейсами узла обслуживания мобильных объектов, выступает IP-технология, как наиболее легко реализуемая в техническом плане, а также экономически выгодная.

Регистр местоположения – динамическая обновляемая, возможно, территориально распределенная база данных текущей информации о подключенных мобильных элементах. Эта база данных может быть логически объединена с центром аутентификации. Хранимая в регистре информация содержит следующие основные сведения:

- местонахождение мобильного элемента в сети ТРТКС;
- информация о безопасности подключения;
- текущее состояние подключения;
- требования к качеству обслуживания.

Информация о безопасности подключения содержит данные о необходимости шифрования потока мобильного объекта и согласует ключи безопасности для выбранного алгоритма шифрования.

Определен следующий порядок взаимодействия ТРТКС с мобильными объектами:

1. Выделение ресурсов для пакетной передачи на стороне контроллера БС: радиоресурсов, канала передачи данных. Также осуществляется обмен служебной информацией по логическим каналам между БС и терминалом подключаемого объекта.

2. Процедура авторизации мобильного объекта, позволяющая идентифицировать и аутентифицировать мобильный объект.

3. Обновление информации о местонахождении мобильного объекта в регистре местоположения.

4. Согласование ключей шифрования потока.

5. Установление коммуникации между конечным устройством мобильного объекта и базовой сетью с предоставлением запрашиваемых услуг.

6. После окончания использования услуг пакетной передачи производится отключение мобильного объекта от сети ТРТКС.

Процедура авторизации мобильного объекта и обновления его местоположения в базе центра аутентификации описывается диаграммой последовательности процесса авторизации мобильного объекта (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма последовательности процесса авторизации мобильного объекта

1. Проведение процедуры авторизации инициирует мобильный объект, запрашивая соединение у узла обслуживания мобильных объектов.

2. В ответ на запрос узел обслуживания мобильных объектов запрашивает идентификатор подключаемого объекта.

3. Получив идентификатор, узел обслуживания мобильных объектов направляет запрос на аутентификацию объекта центру аутентификации или регистру местоположения. В запросе присутствует временный или глобальный идентификатор мобильного объекта. Обновление информации о местонахождении мобильного объекта в регистре местоположения позволяет объекту уведомить ТРТКС, что осуществляется смена зоны местоположения. Когда мобильный объект считает, что осуществлен переход в другую зону, он отправляет узлу обслуживания мобильных объектов запрос обновления зоны местоположения, содержащий код предыдущей зоны местоположения и временный идентификатор мобильного объ-

екта. Временный идентификатор мобильного объекта назначается после успешной авторизации и используется для взаимодействия мобильных объектов с узлом обслуживания мобильных объектов для сокрытия других идентификаторов мобильного объекта во избежание их передачи через радиоэфир.

4. Центр аутентификации делает запрос в базу данных регистра местоположения и отправляет ответ-подтверждение узлу обслуживания мобильных объектов.

5. Узел обслуживания мобильных объектов запрашивает у мобильного объекта идентификатор оборудования, позволяющий реализовать дополнительные сценарии авторизации с некоторыми типами мобильных объектов (мобильными маршрутизаторами), и направляет его в регистр идентификации оборудования.

6. В процессе процедуры авторизации происходит обновление информации в регистре местоположения.

7. После успешного выполнения всех вышеперечисленных операций узел обслуживания мобильных объектов сообщает подключаемому объекту, что процедура авторизации выполнена успешно и объект может воспользоваться услугами ТРТКС.

В процессе анализа организационной структуры GSM-системы были выделены ключевые узлы, интерфейсы, связи между узлами, определены функции узлов и правила взаимодействия между ними. На основании полученных результатов был разработан аналог организационной структуры GSM, адаптированный под требования специализированной ТРТКС. В целом предлагаемый вариант может решить проблему организации управления доступом мобильных объектов к стационарной ТРТКС, но с учетом спецификации ТРТКС и использования нестандартного оборудования, отвечающего требованиям технологической безопасности, потребуется разработка специальных протоколов доступа и управления как на конечном оборудовании мобильного объекта, так и на узлах ТРТКС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черепанов П.В. К вопросу организации ТРТКС переменной структуры // Новые информационные технологии в системах связи и управления: тр. XII рос. науч.-техн. конф., Калуга. – 2013. – С. 72–74
2. Обухова В.В., Черепанов П.В. Организация испытаний телекоммуникационной сети // Современные телевидение и радиоэлектроника тр. 21-й междунар. науч.-техн. конф., Москва. – 2013. – С. 304–308.
3. Самуйлов К.Е., Никитина М.В. Сети сотовой подвижной связи в стандарте GSM : «Сети/network world». 1996. № 06. – URL: <http://www.osp.ru/nets/1996/06/141736/> (дата обращения: 15.01.2014)