

Информационная радиосеть (часть 2)

 dmitriy, 29 октября 2018г.

В рамках данной статьи рассмотрены следующие пункты задания к курсовой работе:

2.1. Разработка правил идентификации сессий, сообщений, процедур/служб обработки сообщений, а также сетевых объектов (организация адресного пространства радиосети).

2.2. Разработка иерархических моделей сетевых объектов - как транспортной сети доставки информационных (1.1-1.3) и служебных сообщений (1.3,1.4). Выделение ключевых слоев модели (физические ресурсы - канал передачи данных - управление сеансом соединения/сценарий взаимодействия), пояснение задач служб уровней модели (1.1-1.4).

2.3. Формирование диаграмм состояний сетевых объектов (выделенных узлов, терминалов). Выделение активного и пассивного состояний сетевых объектов и анализ задач (режимов), выполняемых в этих состояниях. Анализ решений по обеспечению энергосбережения

2.4. Разработка сценария реализации телекоммуникационного сеанса, описание поэтапной стратегии службы L3 уровня. Проработка элементов стратегии, выполняющих оперативное реагирование на изменение качества соединения (как будет оцениваться качество соединения, как управлять свойствами активного соединения сетевых объектов?).

2.1. Разработка правил идентификации сессий, сообщений, процедур/служб обработки сообщений, а также сетевых объектов (организация адресного пространства радиосети).

1) правила идентификации сессий

В рамках предлагаемой системы можно выделить несколько видов трафика: текст, изображения и видеотрафик. Из этого следует, что требуется несколько сеансов для передачи сообщений терминалам. При этом в рамках одного активного соединения можно передавать до трёх видов трафика, для этого введём нумерацию сессий. Если на сервере было принято решение передать определённому пользователю сообщение, содержащее текст, и сообщение-изображение, то в рамках доставки «Базовая станция – Терминал» сессии будут пронумерованы (сессия №1, сессия №2).

2) правила идентификации сообщений

Все сообщения в рассматриваемой системе делятся на сообщения управления (служебные) и сообщения трафика, последние в свою очередь могут быть трёх типов, как уже было указано выше.

Рассмотрим структуру служебных сообщений (рис.6). Здесь поле адреса получателя содержит идентификатор базовой станции, в поле типа сообщения указывается информационным или служебным является данное сообщение: в случае, если в этом поле указана единица, сообщение считается информационным, если в поле указан ноль - служебным. Поле CRC кода содержит избыточный код, предназначенный для обеспечения гарантированной доставки сообщения.

| | | | |
|-------------------|------------------|---------------|-----|
| Адрес отправителя | Адрес получателя | Тип сообщения | CRC |
|-------------------|------------------|---------------|-----|

рис. 6 – структура служебных сообщений «терминал – базовая станция»

Структура сообщений ответов базовой станции на запросы терминала будет такой же, как изображенная на рис. 6, с той лишь разницей, что в этом случае адресом назначения будет являться идентификатор терминала, которому адресовано сообщение, а адрес отправителя соответственно будет содержать адрес БС.

На рис.7 представлена структура информационного сообщения, передаваемого базовой станцией терминалу. Собственный адрес базовая станция не передаёт, так как терминалу «безразлично» от какой БС пришло информационное сообщение, он просто выводит это сообщение пользователю.

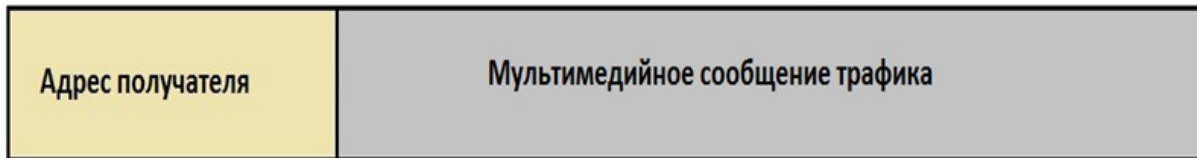


рис. 7 – структура сообщений трафика «базовая станция – терминал»

Ещё одним видом сообщений, используемых в данной сети, является широковещательное сообщение БС. Для этого сообщения не требуется ни обеспечения гарантированности доставки, ни адресной доставки, поэтому фактически всё сообщение является информационной частью, в которой содержится информация об идентификаторе сети, предоставляемых сетью услугах, и т.п.

3) правила идентификации сетевых объектов (организация адресного пространства радиосети)

Терминал отвечает на широковещательное сообщение ближайшей БС, следовательно, в составе сообщения с запросом на регистрацию присутствует адрес этой конкретной БС, также терминал передаёт и свой адрес. Сообщения направления «БС - Терминал» также содержат адрес терминала, но здесь требуется передать и адрес самой БС, так как терминалу нужен этот адрес для передачи служебного сообщения, содержащего в себе данные о пользователе. Сообщения трафика (информационные сообщения) уже содержат только адрес назначения – идентификатор конкретного терминала, свой адрес БС в этом случае уже не передаёт, а подтверждение получения терминал отправляет, используя тот же канал связи, по которому БС отправляет сообщение трафика.

2.2. Разработка иерархических моделей сетевых объектов - как транспортной сети доставки информационных (1.1-1.3) и служебных сообщений (1.3,1.4). Выделение ключевых слоев модели (физические ресурсы - канал передачи данных - управление сеансом соединения/сценарий взаимодействия), пояснение задач служб уровней модели (1.1-1.4) .

Иерархическая модель проектируемой сети как транспортной сети доставки сообщений, реализованная в соответствии с иерархической моделью OSI, приведена на рис.8.

Радиоинтерфейс реализуется на канальном и физическом уровнях. Основной задачей канального уровня (L2) является адресная доставка информационных сообщений базовой станции. Кроме того, на канальном уровне реализуется синхронизация пакетов и управление потоком приема/передачи, используя для этого физический уровень. Одной из задач канального уровня является адресация и формирование всех видов сообщений. Канальный уровень реализует адресацию при передаче сообщений этого уровня, используя при этом информационную подсистему БС. Также здесь происходит формирование следующих типов пакетов: пакет служебной информации, пакет трафика.

Ещё одной задачей L2 является обнаружение ошибок путем расчета контрольной суммы (CRC).

На физическом уровне (L1), отвечающем за взаимодействие со средой передачи, реализуются непосредственно физические каналы связи точки доступа и терминалов, по которым передаются информационные сообщения.

Рассмотрим задачи, выполняемые физическим уровнем:

- Модуляция/демодуляция. Предназначена для переноса сигнала на заведомо известную несущую частоту и для дальнейшей передачи его по радиоканалу.
- Формирование сигналов. В данной системе для формирования сигналов будет использоваться OFDM.
- Кодирование / декодирование. Требуется для обнаружения и исправления ошибок, возникающих при передаче, путем добавления избыточности в информационную последовательность.
- Перемежение / деперемежение. Применяется для борьбы с замираниями и возникновением связанных с ними пакетов ошибок. Суть перемежения в том, что происходит перестановка символов кодированной последовательности до ее модуляции и восстановлении исходной последовательности после демодуляции.
- Синхронизация, необходимая для того, чтобы передающий узел данных мог передать какой-то сигнал принимающему узлу, а принимающий узел знал, когда начать прием

поступающих данных. Наиболее важным типом синхронизации для сети является частотная синхронизация. Она означает, что все генераторы сети работают с одинаковой частотой, скорость передачи цифровой информации равна скорости приема, в результате в системе связи нет потерь информации. Временная синхронизация или синхронизация по времени предусматривает, что все устройства в сети имеют единое время.

Более высокие уровни иерархии (L3, L5, L7) отвечают за формирование сеанса связи.

Уровень сценариев взаимодействия (L3) управляет взаимодействием сетевых объектов (терминалов и базовой станции). В зависимости от того, какого рода сообщение требуется передать по сети и, соответственно, какого рода логический канал организовать для его передачи, уровень L3 реализует один из заложенных в нем алгоритмов (сценариев), по которому должны взаимодействовать сетевые объекты.

На сеансовом уровне (L5) осуществляется управление диалогом «пользователь – сервер», реализуется подготовка сеанса связи, формируются команды по реализации требуемого протокола передачи сообщений для уровня сценариев взаимодействия.

Уровень взаимодействия с пользователем (L7) реализуется только в рамках терминала и отвечает за прием запросов от пользователя и передачу пользователю сообщений от сервера.

Приведём примеры служб, присутствующих в проектируемой системе.

Служба отображения информационного пакета (L7) – позволяет пользователю увидеть сообщение трафика, принятое терминалом.

Служба позиционирования (L5) – позволяет терминалу определять собственные координаты относительно точек доступа.

Служба передачи трафика со стороны БС (L2) –осуществляет передачу информационных сообщений на заданной скорости. Эта служба взаимодействует непосредственно, преобразуя мультимедийную информацию к виду, подходящему для передачи в рамках реализуемой сети.

Служба приема трафика со стороны терминала (L2) –принимает сообщения трафика, обрабатывает и преобразует их к виду, пригодному для передачи службам вышележащих уровней с последующим выводом этого трафика пользователю.

Служба обмена служебными сообщениями (L2) – реализует взаимодействие базовой станции исключительно с терминалом, пользователь не является вовлеченным в этот процесс. Посредством работы этой службы реализуется адресная передача служебных сообщений между терминалом и базовой станцией.

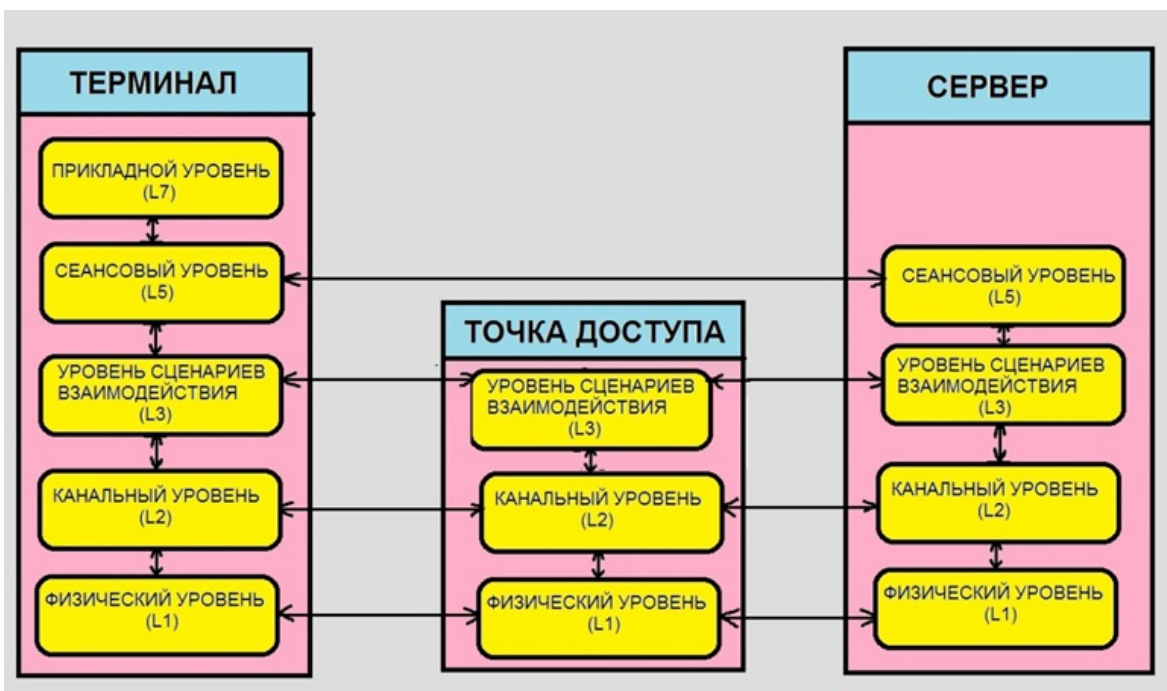


рис. 8 – иерархическая модель сети

2.3. Формирование диаграмм состояний сетевых объектов (выделенных узлов, терминалов). Выделение активного и пассивного состояний сетевых объектов и анализ задач (режимов), выполняемых в этих состояниях. Анализ решений по обеспечению энергосбережения

Проанализируем функционирование сетевых объектов (терминалов и базовой станции) в активном и пассивном состояниях.

Базовая станция. В активном состоянии ведет передачу информационных сообщений пользователям. Кроме того, осуществляет прием и обработку служебных сообщений от терминалов. Постоянно передаёт широковещательное сообщение.

В пассивное состояние переходит в случае, когда её отключают на сервере.

В пассивном состоянии передача широковещательного сообщения прерывается, БС находится в ожидании прихода от сервера команды на включение. С получением такой команды осуществляется переход в активный режим.

Фактически, исходя из наиболее возможных вариантов применения сети, базовая станция практически постоянно будет функционировать в активном режиме.

Терминал. В активном режиме осуществляет передачу служебных сообщений базовой станции (запрос на регистрацию, подтверждение приёма информационных сообщений).

В пассивном состоянии, осуществляет расчёт собственных координат с целью определения ближайшей БС (рис. 9). При смене «главенствующей» БС (самой близкой к нему) терминал переходит в активный режим и отправляет ей запрос на регистрацию. После передачи базовой станцией всех информационных сообщений, терминал переходит в пассивное состояние.

Так как в пассивном режиме энергопотребление устройства уменьшается, увеличив время, проводимое устройствами в пассивном режиме, можно обеспечить энергосбережение. Для базовой станции такой режим не имеет особой важности, так как она стационарна. Единственное, что будет производиться в целях энергосбережения – это, если сеть используется в закрытом комплексе, будут отключаться все БС в то время, когда время работы комплекса заканчивается (обычно ночное время суток).

Терминал может переходить в пассивный режим сразу после получения пакета информационных сообщений от БС, это позволит существенно понизить энергопотребление терминального оборудования, что особенно важно ввиду его мобильности и невозможности постоянного подключения к электросети.

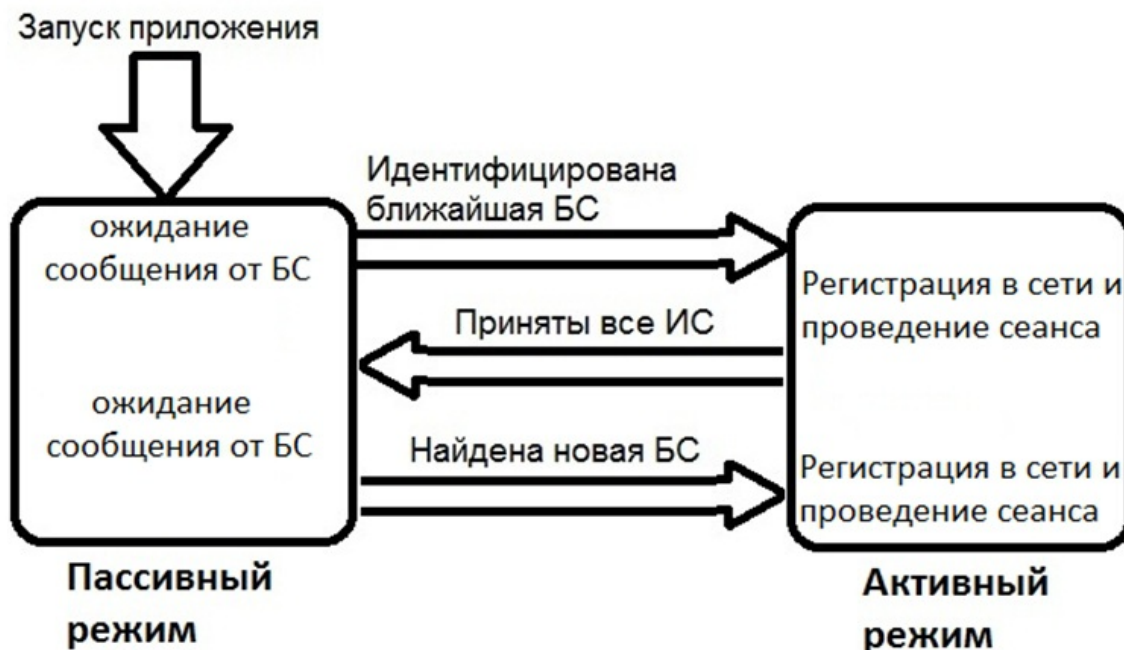


рис. 9 – схема сценариев терминала в активном и пассивном состояниях

Рассмотрим диаграмму возможных состояний базовой станции (рис. 10).

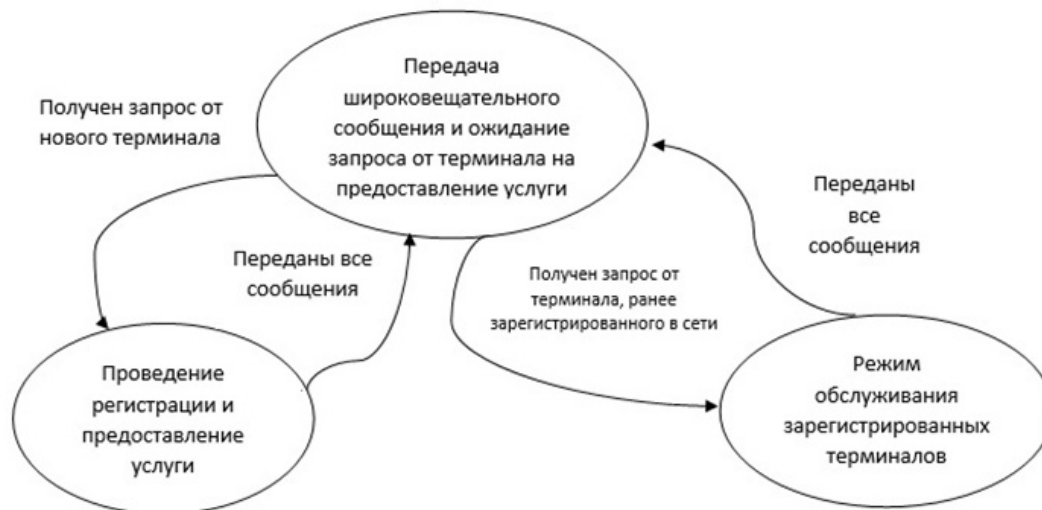


рис. 10 – диаграмма состояний БС

Базовая станция непрерывно передаёт ширококраспространяемое сообщение с параметрами сети и ожидает запрос от терминалов. После получения такого запроса БС переходит в один из двух возможных режимов обслуживания терминалов: обслуживание новых терминалов либо обслуживание ранее зарегистрированных терминалов.

Режим обслуживания новых терминалов

В этом режиме осуществляется процесс регистрации нового терминала в сети, базовая станция присваивает ему уникальный идентификационный номер. Затем происходит сеанс предоставления услуги доставки информационных сообщений. После того как все сообщения переданы БС переходит в состояние ожидания запроса. Это вовсе не значит, что во время работы в режиме обслуживания терминала базовая станция перестаёт передавать ширококраспространяемое сообщение и принимать запросы от других терминалов. Ожидания запроса и передача ширококраспространяемого сообщения были выделены на рис.10 в обособленное состояние лишь для большей наглядности.

Режим обслуживания ранее зарегистрированных терминалов

В этом режиме предусмотрен случай принятия запроса от терминалов, которым в информационной подсистеме данной БС уже был ранее присвоен идентификационный номер, соответственно такой терминал уже был ранее обслужен. Терминал после истечения интервала времени, в течении которого он не посылает повторных запросов одной и той же БС, снова посылает запрос на получение услуги (подробнее об этом интервале будет рассказано в рамках пояснения диаграммы состояний терминала). В таком случае базовая станция запрашивает у терминала его координаты и в соответствии с новым расположением терминала пользователя ему будут переданы новые информационные сообщения (в случае если расположение терминала изменилось незначительно, то есть на сервере будут сформированы для него такие же сообщения, какие уже были ранее переданы ему, пользователь получит сообщения, идентичные ранее переданным).

Далее на рис.11 представлена диаграмма состояний терминала.



рис. 11 – диаграмма состояний терминала

Находясь в пассивном состоянии, терминал принимает широковещательные сообщения БС и на основе собственных относительных координат находит ближайшую к нему базовую станцию. Далее происходит процесс регистрации в сети и собственно сеанс предоставления телекоммуникационной услуги. После завершения приёма всех сообщений от БС терминал снова переходит в пассивное состояние и при смене «главствующей» БС процесс повторяется. Если же за время «интервала ожидания» новых БС не наблюдается, то терминал повторно отправляет запрос той же БС, затем отправляет свои координаты, и начинается процесс передачи новых сообщений.

Под интервалом ожидания будем понимать время, в течение которого терминал не отправляет повторных запросов базовой станции. Сами повторные запросы необходимы из-за того, что, когда терминал движется в пределах зоны действия БС, появляются новые потенциальные объекты, сообщения о которых могут быть переданы пользователю. В рамках проектируемой системы выберем «интервал ожидания» равным 12 минутам. Это значение было выбрано из соображений радиуса действия БС (300 м) и средней предполагаемой скорости перемещения пользователя по территории, охваченной зоной действия БС (3 км/ч). Было сделано предположение, что пройдя 600 метров, пользователь окажется в шаговой доступности от новых объектов.

2.4. Разработка сценария реализации телекоммуникационного сеанса, описание поэтапной стратегии службы L3 уровня. Проработка элементов стратегии, выполняющих оперативное реагирование на изменение качества соединения (как будет оцениваться качество соединения, как управлять свойствами активного соединения сетевых объектов?).

Вернёмся ещё раз к рассмотрению состояний базовой станции (рис. 10). Как уже было упомянуто в пункте 2.3., базовая станция не прекращает приём запросов от терминалов во время передачи сообщений другим терминалам. Из этого следует, что проектируемой системе должен быть предусмотрен алгоритм множественного доступа для того, чтобы базовая станция имела возможность одновременного обслуживания нескольких терминалов. Исходя из технического задания, в данной системе решением этой проблемы будет являться ортогональное частотное разделение каналов (OFDM).

Рассмотрим «жизненный цикл» сеанса связи. Условно его можно разделить на три этапа: ожидания, регистрации и передачи информации. В виде схемы цикл представлен на рис.12.

На первом этапе БС ожидает получения запросов на обслуживание от терминалов, как только такой запрос получен, наступает следующий этап.

На втором этапе есть два варианта событий в зависимости от того, от какого терминала поступил запрос: ранее не зарегистрированного в сети, либо терминала, которому данной БС уже был ранее присвоен идентификационный номер. Подробнее о режимах, соответствующих этим

событиям было сказано в пункте 2.3. После того, как БС получила запрашиваемые данные от терминала, цикл переходит в следующий этап – этап передачи информации.

На третьем этапе производится передача терминалам информационных сообщений трафика, как только терминал принял все сообщения, переданные базовой станцией система снова переходит на первый этап (ожидания).

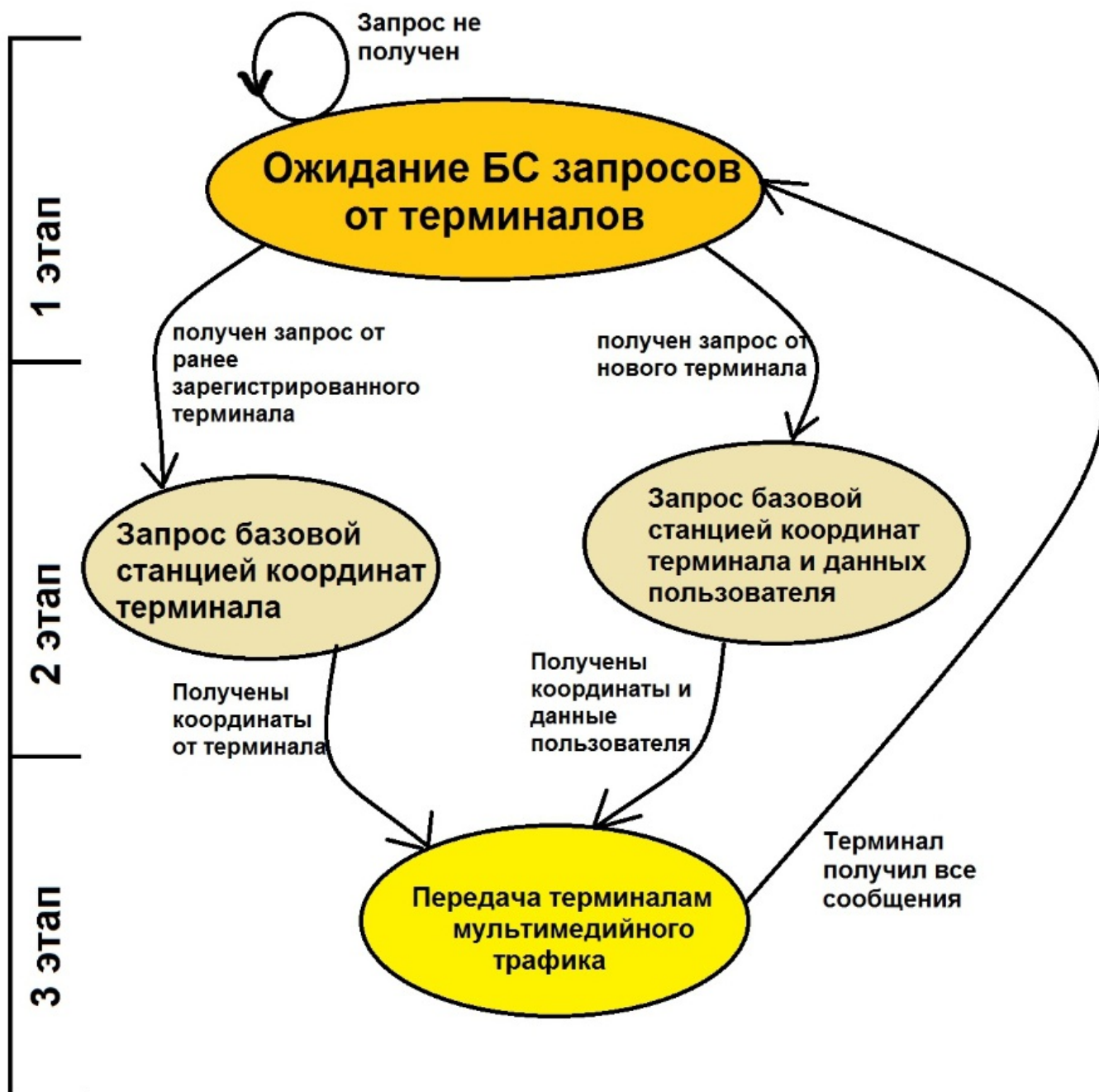


рис. 12 – «жизненный цикл» сеанса связи

Несмотря на то, что по условию технического задания базовые станции находятся в пригородной либо сельской местности и не могут менять свое местоположение на территории зоны радиопокрытия,

а выделение постоянного канала с высокой скоростью передачи трафика в реальном времени не требуется, вероятность ухудшения качества связи всё же существует и зависит от различных условий.

Вследствие этого необходимо предусмотреть наличие контроля качества радиосоединения.

Контроль качества радиоканала осуществляется в терминалах на физическом уровне путем сравнения отношения сигнал-шум с максимально допустимыми нормами. Качество характеризуется элементами статистических данных, таких как: количество ошибок в режиме передачи данных и уровень сигнала. Эта информация поступает на уровень L3, в котором

принимается решение об изменении сценария действий сети. В случае ухудшения сигнала пользователю может быть выведено сообщение о возможных проблемах при попытке оказания услуги. Схематически организация контроля качества в сети показана на рис.13.

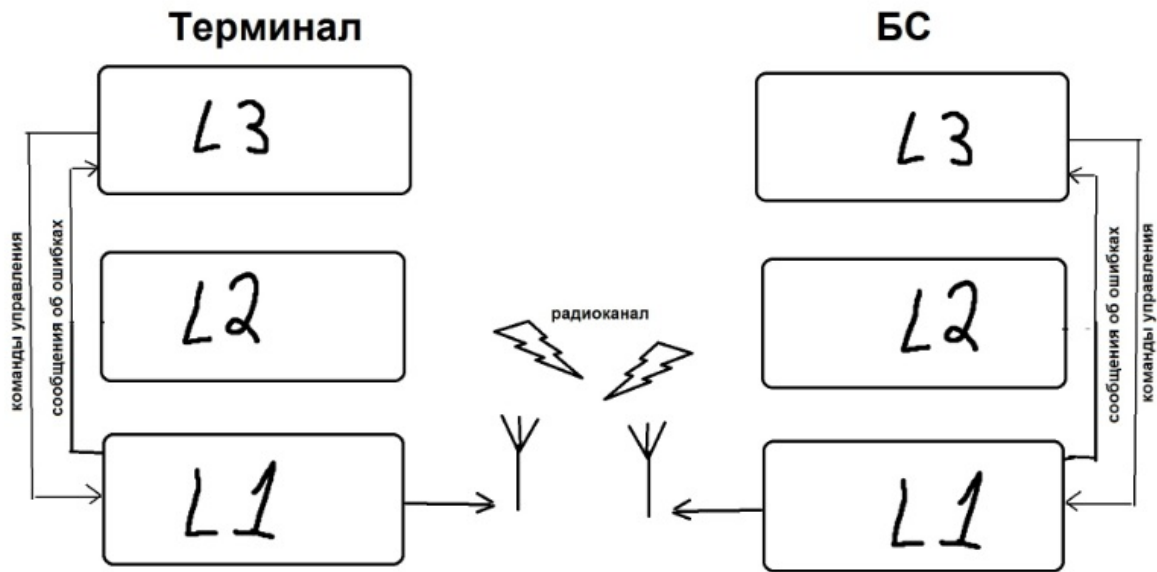


рис. 13 – реализация контроля качества радиосоединения

Список используемых источников:

1. Бакке А.В. – лекции по курсу «Системы и сети связи с подвижными объектами»
2. Валуйский Д. Интерактивная радиосеть мультимедийного вещания. Часть 2. Проектирование радиосети. Канальный уровень [электронный ресурс]. <http://omoled.ru/publications/view/1183>
3. Подкопаева С. Локальная радиосеть. Часть 2 [электронный ресурс]. <http://omoled.ru/publications/view/320>
4. Гайнутдинов Е. Высокоскоростной радиомост. Часть 2. Канальный уровень [электронный ресурс]. <http://omoled.ru/publications/view/1015>
5. Дворянков Д. Информационная радиосеть [электронный ресурс]. <http://omoled.ru/publications/view/1272>