



37, Miglas Str., Bukulti, LV-1024, Riga region, Latvia; VAT: LV400002077570  
Tel: (371)-67790189; -26114000, fax: (371)-67790190; email: rrt@rrt.lv www.rrt.lv

**RRT h-d - алгоритм передачи  
объектовых сообщений с  
подтверждением их приёма  
(Half-duplex protokol).**

Содержание.

1. Цель создания.....	2
2. Ограничения.....	2
3. Структура объединённой одно-2-х сторонней системы.....	3
4. Структура дополнительного эфирного пакета RRT-plus.....	3
5. Принцип определения алгоритма работы ретрансляторов.....	4
6. Двухсторонний алгоритм передачи данных.....	4
6.1. Общие замечания.....	4
6.2. Старт работы объекта. ....	4
6.3. Формирование исходной таблицы рейтинга.....	5
6.4. Передача реального события.....	5
6.5. Режим ожидания.....	6
6.6. Прохождение тестового сообщения.....	6
6.7. Включение нового ретранслятора. ....	7
6.8. Коллизии канала связи между ретранслятором и сервером.....	7

## **1. Цель создания.**

Целью разработки алгоритма передачи сообщений «*RRT h-d*» является необходимость подтверждения объекту факта доставки сообщения до сервера пульта.

Доставка информационных (командных) сообщений от сервера пульта к объекту не требуется.

## **2. Ограничения.**

Данный алгоритм должен работать в условиях:

1. существующих сетей, использующих односторонний протокол RRT,
2. или, как основной алгоритм для вновь создаваемых систем, где на объектах монтируются только приёмопередатчики,
3. без модификации пультowego программного обеспечения,
4. при обновлении до последней версии 3.0 модуля Ethernet,
5. при обновлении программного обеспечения ретрансляторов и пульта до версии 3.01,
6. с использованием радиоканала «ретранслятор — пульт» как резервного канала без подтверждения приёма сообщений ретранслятору.
7. с разработкой нового объектового приёмопередающего устройства;
8. при постоянном подключении ретрансляторов и PC центрального

*пульт к Ethernet-сети.*

### **3. Структура объединённой одно-2-х сторонней системы.**

В случае необходимости использования ранее развернутой асинхронной системы для работы в ней части объектов в алгоритме 2-х сторонней передачи данных (с подтверждением объекту приёма его сообщения) дополнительно, для ретрансляторов и пульта системы вводится приём и обработка сообщений в [протоколе RRT-plus](#) (вводится при конфигурации параметров ПО приёмной платы блока. См отдельное описание - «[Инструкция по конфигурации параметров ПО базового блока. v.3.01](#)» на её 20-й странице).

Тогда такая совмещённая система будет включать:

- 1. объектовые устройства:**  
**передатчики и приёмопередатчики** до 65535;
- 2. ретрансляторы** (номера 0 - 31) до 32;
- 3. сервер** централизованного пульта сбора и подтверждения доставки информации (**центральный сервер**); 1;
4. возможность рассылки информации с каждого ретранслятора по Ethernet на дополнительные точки (**серверы**) сбора информации до 3 точек;
5. подтверждение по Ethernet через ретранслятор и, далее, на объектовый приёмопередатчик о доставке сообщения только от первого (**центрального**) сервера;
6. от дополнительных точек (**серверов**) - подтверждение доставки только до ретранслятора.

### **4. Структура дополнительного эфирного пакета RRT-plus.**

Предлагается дополнительно использовать отличный от формата в одностороннем алгоритме RRT иной формат пакета **RRT-plus**, с улучшенными характеристиками восстановления ошибок.

Пакет - переменной длины, минимальный пакет имеет длину 256 бит (длительность 133 мс при манипуляции MM24) и содержит 12 байт полезной информации, длина наращивается порциями по 100мс и 16 байт полезной информации. [Для уменьшения длины пакета предыдущее](#)

событие передаваться не будет, для совместимости с существующими программами приема от пультов RRT, ретранслятор будет подставлять в поле предыдущего события нули. Идентификация пакета и доставка подтверждений осуществляется по двухбайтовому заводскому номеру объектового приемопередатчика. Возможно кодирование полезной и части служебной информации алгоритмом AES с 256-битным ключом.

## **5. Принцип определения алгоритма работы ретрансляторов.**

Все сообщения объектовых приёмопередатчиков (далее по тексту — объектов) создаются с использованием протокола *RRT-plus*. Его формат отличается по многим параметрам от формата сообщений в протоколе *RRT*.

Ретранслятор, приняв сообщение, анализирует его формат и определяет для своей дальнейшей работы необходимый алгоритм (односторонний — асинхронный, или «*RRT h-d*», 2-х сторонний с подтверждением приёма).

## **6. Двухсторонний алгоритм передачи данных.**

### **6.1. Общие замечания.**

Для идентификации объектовых приемопередатчиков ("объектов") в эфире используется заводской номер приемопередатчика.

Для идентификации ретрансляторов используется их идентификационный номер (параметр "ID" в настройках модуля ЦПУ).

Указанные идентификационные номера, позволяют при формировании сообщения ввести в него информацию, определяющую адрес отправителя: "от приемопередатчика XXXXX" и адрес получателя: «ретранслятору Y» или: "от ретранслятора Y приемопередатчику XXXXX".

Также, для начала работы объектов с ретрансляторами и формирования таблицы рейтингов ретрансляторов, введена широкоэвещательные посылка "Всем, кто меня слышит" от приемопередатчика XXXXX всем ретрансляторам.

### **6.2. Старт работы объекта.**

При включении питания каждый Объект посылает в эфир широкоэвещательную посылку "Всем, кто меня слышит".

Каждый ретранслятор, принявший эту посылку, оценивает уровень её приёма (уровень приёма в прямом канале), вставляет собственный номер и отправляет сформированное сообщение на сервер пульта. Получив от сервера подтверждение (ACK) приёма сообщения, ретранслятор посылает Объекту подтверждение приёма его сообщения с задержкой =  $Y * 1$  (секунд), где  $Y$  - номер ретранслятора. Задержка позволяет исключить наложение в эфире ответов нескольких ретрансляторов друг на друга.

Объект ждет подтверждений 34 секунды (32 ретранслятора возможно в системе + 2 дополнительных секунды резерва). Получая ответ от ретранслятора, Объект измеряет уровень сигнала, с которым он слышит ретранслятор (уровень сигнала в обратном канале).

### ***6.3. Формирование исходной таблицы рейтинга.***

По полученным подтверждениям Объект строит таблицу рейтинга ретрансляторов: «Номер ретранслятора — качество канала».

Качество канала рассчитывается как произведение уровня сигнала в прямом и обратном каналах для каждого ретранслятора.

Если по окончании времени ожидания ответов в таблице нет ни одного ретранслятора, процесс поиска ретрансляторов повторяется.

Если найден хотя бы один ретранслятор, Объект переходит в состояние передачи полезных сообщений.

Поскольку приемопередатчики включаются довольно редко, процедура поиска ретрансляторов не будет создавать большой загрузки эфира.

### ***6.4. Передача реального события.***

При возникновении события Объект выбирает из таблицы ретранслятор с наилучшим и не нулевым качеством канала, дополняет сообщение выбранным номером ретранслятора и излучает его в эфир.

Принятое из эфира сообщение обрабатывает только тот ретранслятор, номер которого указан в принятом сообщении. Ретранслятор, обработав сообщение, измерив его уровень, отправляет его на сервер пульта и, получив подтверждение от сервера, формирует подтверждение в сторону Объекта. В подтверждении ретранслятор указывает уровень сигнала в прямом канале (уровень сигнала, с которым он принял сообщение от Объекта) и номер объекта — адрес получателя. Объект, получив подтверждение, выделяет номер объекта — адрес. Если он совпадает, измеряет уровень сигнала обратного канала, сравнивает с имеющимися в

таблице если они отличаются, корректирует уровни сигнала прямого и обратного канала для этого ретранслятора в своей таблице. Корректировка осуществляется с некоторым коэффициентом, чтобы исключить влияние резких краткосрочных изменений рейтинга.

Если Объект не получил подтверждения в течении 2 секунд, он повторяет отправку посылки на этот ретранслятор.

Если после нескольких отправок (количество попыток задается параметром **MSGM** в настройках Объекта) подтверждение от ретранслятора не получено, уровень прямого канала для этого ретранслятора в таблице уменьшается, а уровень обратного канала обнуляется. Из таблицы выбирается следующий ретранслятор с наилучшим рейтингом и сообщение отправляется в эфир с его номером.

Если в таблице не осталось ни одного ретранслятора с ненулевым качеством сигнала - снова запускается процедура поиска ретрансляторов, по окончании которой сообщение передается на ретранслятор с наилучшим качеством сигнала из вновь найденных.

### ***6.5. Режим ожидания.***

В режиме ожидания Объект постоянно слушает эфир и ищет подтверждения ретрансляторов другим Объектам. По этим подтверждениям объект измеряет уровень приема и корректирует уровень обратного канала для соответствующего ретранслятора в своей таблице. Если Объект слышит подтверждение от ретранслятора, которого еще нет в таблице, этот ретранслятор добавляется в таблицу с нулевым уровнем сигнала в прямом канале и измеренным уровнем в обратном канале.

### ***6.6. Прохождение тестового сообщения.***

При возникновении тестового сообщения Объект ищет в своей таблице ретранслятор с неизвестным (нулевым) уровнем сигнала в прямом канале и, если такой найден, отправляет тестовое сообщение с номером этого ретранслятора. Получив обратно подтверждение, Объект извлекает из него уровень сигнала в прямом канале и заносит в таблицу.

Если подтверждение не получено, тестовое сообщение повторяется на ретранслятор с наилучшим качеством.

Если в таблице нет ретрансляторов с нулевым уровнем в прямом канале - тестовое сообщение отправляется на ретранслятор с наилучшим качеством как и обычное сообщение.

### ***6.7. Включение нового ретранслятора.***

При включении нового ретранслятора этот ретранслятор отправляет в эфир фиктивное подтверждение на Объект с несуществующим заводским номером "0".

Объекты, услышавшие это подтверждение, занесут новый номер ретранслятора в свою таблицу с нулевым уровнем сигнала в прямом канале и следующее тестовое сообщение пошлют через этот ретранслятор, примут подтверждение, узнав таким образом уровень сигнала в прямом канале.

Если качество сигнала через этот ретранслятор окажется наилучшим, следующие сообщения пойдут уже через него.

### ***6.8. Коллизии канала связи между ретранслятором и сервером.***

При пропадании связи между ретранслятором и сервером пульта ретранслятор не получает от сервера подтверждение на принятое сообщение и не высылает подтверждение в сторону Объекта.

Объект переключает обмен на другой ретранслятор. При достаточно долгом отсутствии связи все Объекты, державшие связь через этот ретранслятор переключат обмен на другие ретрансляторы.

После восстановления канала связи с сервером пульта у ретранслятора не будет повода выйти в эфир, поскольку все Объекты перешли на обмен с другими ретрансляторами. Для возобновления обмена ретранслятор посылает фиктивное подтверждение на Объект с несуществующим адресом «0» и, услышавшие это фиктивное подтверждение Объекты, смогут восстановить общение с этим ретранслятором после очередного тестового сообщения, аналогично ситуации после включения ретранслятора.