



## Sputnix Plug-and-Play Architecture

Спецификация на интерфейс информационного обмена

---

# Информационные SxPA Интерфейсы

---

*Авторы:*

Карпенко С.О.

Власкин А.Л.

Неровный Н.А.

*Независимый эксперт:*

Гавриков С.В.

13 мая 2013 г.

# Оглавление

<b>Лист изменений</b>	<b>7</b>
<b>Предисловие</b>	<b>8</b>
<b>Введение</b>	<b>9</b>
<b>1 Цель документа</b>	<b>12</b>
<b>2 Нормативные документы</b>	<b>13</b>
<b>3 Словарь</b>	<b>14</b>
3.1 Список аббревиатур и сокращений . . . . .	14
3.2 Термины и определения . . . . .	15
<b>4 Перечень требований к SxPA-интерфейсу</b>	<b>17</b>
4.1 SxPA-заголовок . . . . .	17
4.1.1 Стандартный SxPA-заголовок . . . . .	17
4.1.2 Расширенный SxPA-заголовок . . . . .	21
4.1.3 Расширенный заголовок гарантированной доставки . . . . .	23
4.1.4 Расширенный заголовок секвенсинга . . . . .	25
4.1.5 Заголовок качества сервиса . . . . .	27
4.1.6 Заголовок безопасности . . . . .	27
4.1.7 Завершающая часть SxPA-сообщения . . . . .	27
4.2 Характеристики модели данных SxPA-компонента . . . . .	28
4.2.1 Обнаружение . . . . .	29
4.2.1.1 Сообщение SxPA Probe Request . . . . .	29
4.2.1.2 Диаграмма обмена SxPA Probe Request . . . . .	31
4.2.1.3 Сообщение SxPA Probe Reply . . . . .	31
4.2.1.4 Диаграмма обмена SxPA Probe Reply . . . . .	35
4.2.2 Регистрация . . . . .	35
4.2.2.1 Сообщение SxPAxTEDSRequest . . . . .	35
4.2.2.2 Диаграмма обмена SxPAxTEDSRequest . . . . .	36
4.2.2.3 Сообщение SxPAxTEDSReply . . . . .	38
4.2.2.4 Диаграмма обмена SxPAxTEDSReply . . . . .	39
4.2.3 Запрос данных . . . . .	42
4.2.3.1 Сообщение SxPA Query Request . . . . .	42
4.2.3.2 Диаграмма обмена SxPA Query Request . . . . .	42

## Оглавление

4.2.3.3	Формат XML строки SxPA Registration Info . . . . .	46
4.2.3.4	Сообщение SxPA Query Reply . . . . .	46
4.2.3.5	Диаграмма обмена SxPA Query Reply . . . . .	47
4.2.4	Процесс подписки на данные . . . . .	53
4.2.4.1	Сообщение SxPA Subscription Request . . . . .	53
4.2.4.2	Диаграмма обмена SxPA Subscription Request . . . . .	54
4.2.4.3	Сообщение SxPA Subscription Reply . . . . .	60
4.2.4.4	Диаграмма обмена SxPA Subscription Reply . . . . .	61
4.2.5	Обмен данными между компонентами . . . . .	62
4.2.5.1	Сообщение SxPA Data Request . . . . .	63
4.2.5.2	Диаграмма обмена SxPA Data Request . . . . .	63
4.2.5.3	Сообщение SxPA Command . . . . .	65
4.2.5.4	Диаграмма обмена SxPA Command . . . . .	65
4.2.5.5	Сообщение SxPA Service Request . . . . .	67
4.2.5.6	Диаграмма обмена SxPA Service Request . . . . .	68
4.2.5.7	Сообщение SxPA Service Reply . . . . .	70
4.2.5.8	Диаграмма обмена SxPA Service Reply . . . . .	70
4.3	Сетевые возможности компонента . . . . .	73
4.3.1	Конфигурация и маршрутизация . . . . .	73
4.3.1.1	Обнаружение (определение топологии SxPA-сети) . . . . .	74
4.3.1.2	Назначение логических адресных блоков для SxPA-менеджеров . . . . .	74
4.3.2	Диаграмма обмена SxPA Discovery . . . . .	74
4.3.2.1	Описание взаимодействия . . . . .	74
4.3.2.2	Уведомление Lookup Service о компонентах . . . . .	75
4.3.2.3	Диаграмма последовательности SxPA Request Lookup Service Probe . . . . .	75
4.3.2.4	Описание взаимодействия . . . . .	75
4.3.2.5	Отчет о сетевых ошибках . . . . .	75
4.3.2.6	Диаграмма отчета о SxPA-ошибках . . . . .	76
4.3.2.7	Описание взаимодействия . . . . .	76
4.3.2.8	Взаимодействие на уровнях модели OSI . . . . .	76
4.3.3	Сообщение SxPA Request Address Block . . . . .	76
4.3.4	Сообщение SxPA Assign Address Block . . . . .	77
4.3.5	Сообщение SxPA Request Lookup Service Probe . . . . .	79
4.3.6	Сообщение SxPA Distribute Route . . . . .	80
4.3.7	Сообщение SxPA Assign Address . . . . .	81
4.3.8	Контроль работоспособности . . . . .	83
4.3.9	Синхронизация времени . . . . .	83
4.3.10	Качество обслуживания . . . . .	83
4.3.11	Гарантированная доставка . . . . .	84
4.3.11.1	Диаграмма обмена SxPA Guaranteed Delivery . . . . .	84
4.3.11.2	Сообщение SxPA Acknowledgement . . . . .	84
4.3.11.3	Безопасность . . . . .	85

## Оглавление

4.4	Идентификация компонента . . . . .	85
4.4.1	Уникальная идентификация . . . . .	85
4.4.1.1	Идентификация xTEDS . . . . .	86
<b>5</b>	<b>Требования и рекомендации к организации SxPA-сети</b>	<b>87</b>
5.1	Требования к шине SxPA-L . . . . .	87
5.2	Требования к централизованной службе адресации (CAS) . . . . .	87
5.2.1	Общие требования . . . . .	87
5.2.2	Дублирование . . . . .	87
5.2.3	Назначение логического адреса . . . . .	88
5.2.4	Информация о компоненте: хранение и доставка . . . . .	88
5.3	Требования к SxPA Lookup Service . . . . .	88
5.3.1	Общие требования . . . . .	88
5.3.2	Обнаружение компонента . . . . .	88
5.3.3	Подписка . . . . .	89
5.3.4	Запрос . . . . .	89
5.4	Требования к менеджеру подсети SxPA (SM-s) . . . . .	89
5.4.1	Определение топологии . . . . .	89
5.4.2	Соглашения о взаимодействии в сети . . . . .	90
5.4.3	Маршрутизация . . . . .	91
5.5	Общие требования к маршрутизатору . . . . .	92
5.6	Общие требования к конечным пунктам . . . . .	92
5.7	Генерация контрольной суммы SxPA . . . . .	93
<b>6</b>	<b>Перечень требований к адаптации локальной подсети</b>	<b>94</b>
6.1	Требования к SM-L менеджеру . . . . .	94
6.2	Требования к SxPA-L компонентам . . . . .	94
<b>7</b>	<b>Перечень требований к адаптации SpaceWire подсети</b>	<b>96</b>
7.1	Требования к SM-s . . . . .	96
7.2	Требования к SpaceWire маршрутизаторам . . . . .	97
7.3	Требования к SxPA-компонентам SpaceWire . . . . .	97

## Список иллюстраций

4-1	Диаграмма обмена SxPA Probe Request . . . . .	31
4-2	Диаграмма обмена SxPAxTEDSRequest . . . . .	36
4-3	Диаграмма обмена SxPA Query Request . . . . .	42
4-4	Диаграмма обмена SxPA Subscription Request . . . . .	54
4-10	Диаграмма обмена SxPA Service Request . . . . .	68

## Список таблиц

4-1	Стандартный заголовок SxPA-сообщения . . . . .	17
4-2	Расширенный заголовок SxPA-сообщения . . . . .	21
4-3	Расширенный заголовок гарантированной доставки . . . . .	23
4-4	Формат расширенного заголовка для секвенсинга . . . . .	25
4-5	Завершающая часть SxPA-сообщения . . . . .	28
4-6	Сообщение SxPA Probe Request . . . . .	30
4-7	Сообщение SxPA Probe Reply . . . . .	32
4-8	SxPA-сообщение запроса xTEDS . . . . .	36
4-9	Ответ на запрос xTEDS . . . . .	39
4-10	Сообщение SxPA Query Request . . . . .	43
4-13	Ответ на запрос SxPA Query . . . . .	47
4-14	Запрос SxPA Subscription . . . . .	56
4-15	Ответ на SxPA Subscription запрос . . . . .	61
4-16	SxPA-сообщения для передачи данных . . . . .	63
4-17	Командное SxPA-сообщение . . . . .	66
4-18	Сообщение запроса сервиса . . . . .	68
4-19	Ответ на запрос сервиса . . . . .	71
4-20	Запрос адресного блока . . . . .	76
4-21	Сообщение передачи адресного блока . . . . .	77
4-22	Пробное сообщение от SxPA Lookup Service . . . . .	79
4-23	SxPA-сообщение назначения маршрута . . . . .	80
4-24	SxPA-сообщение назначения адреса . . . . .	82
4-25	Сообщение подтверждения . . . . .	84
7-1	SxPA-S Заголовок . . . . .	98
7-2	Заголовок SxPA-S сообщения . . . . .	100
7-3	Завершающая часть SxPA-S сообщения . . . . .	101
7-7	Сообщение для определения SpaceWire маршрута . . . . .	102
7-8	Ping сообщение в сторону конечного пункта SxPA SpaceWire . . . . .	103
7-10	Формат сообщения SxPA SpaceWire Configure Topology Discovery . . . . .	104
7-11	Сообщение SxPA SpaceWire запроса информации о маршруте . . . . .	105
7-12	Сообщение SxPA SpaceWire с информацией о маршруте . . . . .	106

## Лист изменений

Версия	Дата	Автор	Лист изменений	Примечания
1.00	13.05.13	Карпенко С.О. Власкин А.Л. Неровный Н.А.	Исходная версия	нет

Независимый эксперт: Гавриков С.В.

*Внимание* Самая свежая версия данной спецификации находится на сайте компании СПУТНИКС по адресу: <http://www.sputnix.ru>

# Предисловие

Предлагается спецификация информационного интерфейса взаимодействия, дающая возможность написания программного обеспечения (ПО) для поддержки технологии Sputnik Plug-and-Play Architecture (SxPA). SxPA – это архитектура Plug-and-Play (PnP) и набор соответствующих технологий, предлагаемых к использованию в малых космических аппаратах (МКА). Основным назначением этих технологий является быстрая сборка и конфигурирование подсистем МКА из стандартизованных узлов и систем с использованием принципа Plug-and-Play (подключай-и-работай). Plug-and-Play – возможность подключать устройство к бортовому комплексу управления (БКУ) МКА без предварительной подготовки или минимальной подготовки как самого устройства, так и БКУ. Т.е. данный принцип обеспечивает автоматизированный процесс распознавания устройств БКУ и обмен данными между ними.

Предлагаемая спецификация разработана на основе идей, подходов и принципов, изложенных в открытых черновых стандартах Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA) – Space Plug-and-Play Architecture (SPA). Несмотря на публикацию черновиков стандартов AIAA в 2011 году, в нём есть много мест, допускающих неоднозначное толкование или вовсе не освещенных. Открытых реализаций настоящих протоколов и программного обеспечения для их практического применения до сих пор нет, а разработанное рядом зарубежных компаний ПО для поддержки Plug-and-Play для МКА имеет экспортные ограничения (ITAR).

Компанией СПУТНИКС инициирована разработка собственной полностью открытой реализации программного обеспечения Plug-and-Play для МКА, адаптированной к унифицированным информационным, механическим и электрическим интерфейсам. Оно может быть использовано также любыми производителями спутниковой аппаратуры, рассчитывающими в будущем создавать унифицированные модульные масштабируемые платформы и/или стандартизованные компоненты к ним.

Текущая версия спецификации на информационный обмен во многом повторяет содержимое стандартов SPA от AIAA, тем не менее, в нашем документе вместо аббревиатуры SPA мы используем SxPA. Причины отличий в следующем.

1. Мы используем SPA как стартовую точку, однако в дальнейшем не планируем строго придерживаться спецификаций SPA и не гарантируем полной совместимости этих протоколов в будущем; поэтому разделяем названия.
2. Кроме информационного протокола, понятие SPA включает также стандарты на механический и электрический интерфейсы. В реализации SPUTNIX они отличаются от предлагаемых AIAA.



## Введение

При сборке компьютера единственные действия, требующиеся от пользователя — это механическое соединение всех устройств в единое целое. При этом не важно, в какой из USB-портов пользователь вставил мышь, а в какой — клавиатуру. При подключении нового устройства оно опознается шиной, обменивается сообщениями заданного формата с операционной системой, сообщает о своем типе, возможностях, производителе и других параметрах. Далее, используя необходимый драйвер, он регистрируется в системе и становится доступным извне, используя стандартные функции обращения (API). Является ли такой подход максимально эффективным с точки зрения производительности устройства? Нет. Однако никому не придет в голову, что компьютер, у которого каждый порт используется строго для единственного типа устройств, и у которого нет возможности заменить одну модель мыши другой, при написании программ для которого необходимо вместо обработки API взаимодействия с курсором мыши напрямую обращаться к драйверу шины — лучшее решение. Снижение производительности компьютера оправданно в связи с облегчением его сборки или апгрейда (модернизации), а также разработки ПО для него. А именно такой системой, с жестко заданным функционалом вплоть до каждого разъема, сейчас являются информационные системы большинства спутников. Каждый спутник разрабатывался практически с нуля и, несмотря на использование стандартизованных шин обмена, повторное использование кода очень ограничено за счет узкой специализации и закрытости внутренних разработок большинства компаний. Тому переходу, который произошел с бытовыми наземными вычислительными машинами, превратившимися из уникальных систем с жестко заданной структурой в модульные системы, сейчас самое время произойти и для спутниковых систем, по крайней мере — микроспутниковых.

Компания СПУТНИКС, базируясь на стандарте SPA, разработанном Американским институтом аэронавтики и астронавтики (AIAA) совместно с Исследовательской лабораторией ВВС США (U.S. AFRL), разрабатывает стандарт SxPA, максимально совместимый со SPA, но в то же время дополняющий его функционал. Этот стандарт должен позволить сделать в спутникостроении переход от фиксированных уникальных систем к самоконфигурирующимся модульным.

Для того, чтобы реализовать подобный переход, необходимо, чтобы каждое устройство хранило в памяти информацию о своем типе, параметрах (быстродействие, точность, энергопотребление и т.п.) и умело общалось на низком уровне с драйвером общей шины обмена данными. С точки зрения разработчика бортового ПО, работа сводится к подключению в его проект драйвера, допустим, шины SpaceWire (SpW), и работе с API-функциями SxPA. Предположим, что для другого спутника подобное устройство будет

работать на шине CAN. Тогда разработчик, заменив SpW-драйвер на CAN-драйвер, и поправив таблицу параметров устройства, может повторно использовать весь остальной код, поскольку взаимодействие устройства с SxPA-сетью останется неизменным.

Помимо того, что каждое устройство должно иметь драйвер физического уровня, требуется, чтобы к каждой шине был подключен так называемый Менеджер этой шины. Информационная сеть МКА чаще всего представляет собой гетерогенную сеть, состоящую из подсетей различных технологий, топологий и протоколов. Независимость SxPA-протокола Plug-and-Play от протоколов физического уровня обеспечивается при помощи разрабатываемых Менеджеров подсетей SxPA-X, где X – означает конкретную технологию подсети (например, SpaceWire, или CAN, или EIA-232, или EIA-485, или I2C и т.д.). SxPA-X-менеджеры подсети представляют собой либо программный, либо программно-аппаратный компонент подсети.

Кроме SxPA-X-менеджеров, на каждом физическом процессоре устройств может быть запущен локальный менеджер этого процессора. В то время, как менеджеры SxPA-X обеспечат маршрутизацию (роутинг) сообщений к устройствам, расположенным на их шинах, локальные менеджеры обеспечивают роутинг сообщений в пределах одного процессора, осуществляя коммуникацию, помимо прочего, со всеми менеджерами SxPA-X и завершая объединение сети SxPA в единое целое. Благодаря работе этих менеджеров, устройство, например, на шине I2C сможет общаться с устройством на шине CAN без модификации программного кода, поскольку SxPA объединяет все совместимые со стандартом устройства в одну прозрачную SxPA сеть.

Для присвоения адресов всем устройствам в сети должен существовать один вычислительный процесс - так называемая Центральная служба адресации (Central Address Service, CAS). Этот процесс распределяет блоки SxPA адресов между менеджерами, которые, в свою очередь, далее распределяют SxPA-адреса оконечным устройствам. Адресация всех компонентов информационной системы осуществляется посредством уникального 32-битного адреса, который назначается каждому компоненту системы после завершения процесса обнаружения.

Важной особенностью протокола является то, что PnP-компонентом системы может быть как физическое устройство, так и вычислительный процесс. При этом методы регистрации, адресации и взаимодействия с такими разными по природе компонентами выполняются с применением одинаковых принципов. Каждый компонент системы, будь то вычислительный процесс, датчик или исполнительное устройство, имеет уникальный ключ – 128-битный идентификатор компонента. Эти идентификаторы однозначно маркируют любой компонент системы. И если адрес компонента в системе может меняться, вычислительный процесс (SxPA-компонент) может быть запущен на другом процессоре, а датчик может быть перемещен в другую точку подсети, то идентификатор компонента является неизменной сущностью для данной версии устройства или подпрограммы, для данной миссии. Таким образом, например, при нарушении структуры сети SpaceWire менеджер SpaceWire при очередной итерации опроса сети найдет альтернативный путь к заданному устройству (если это возможно), сменит свою информацию о маршрутизации, но присвоит устройству тот же адрес в сети SxPA, для остальных же устройств в сети это

событие вообще пройдет незамеченным, поскольку не изменится ни состав устройств, ни их адресация.

Идентификаторы, также как адреса и таблицы описаний свойств компонента, после завершения процесса обнаружения в системе регистрируются в базе данных. В дальнейшем, любой компонент системы может осуществить стандартный запрос к данному сервису, чтобы получить информацию об интересующем его компоненте (сервисе), т.е. получить информацию об идентификаторе, адресе, и сущностях компонента. В дальнейшем эта информация может быть использована для реализации взаимодействия между компонентами, без участия централизованных служб.

В стандарте SxPA роль этой службы играет Сервис регистрации компонентов (Lookup Service, LS). Данный сервис регистрирует все подключенные компоненты, предоставляет по запросу информацию о компонентах. При необходимости получить информацию, например, об угловом положении система ориентации обращается к датчику не по его фиксированному адресу, а запрашивает у LS список адресов датчиков с требуемыми параметрами (тип, точность, ориентация) и общается только с теми, которые максимально подходят под текущие требования.

В конечном итоге любая подсистема спутника, будучи разработана один раз, сможет функционировать не только на конкретном спутнике или спутнике имеющем точно такой же набор устройств, необходимых подсистеме, а на любом аппарате, в SxPA-сети которого есть устройства подходящего класса.

# 1 Цель документа

Целью данного документа является адаптация стандарта SPA под нужды малых космических аппаратов, а также подробное описание стандарта SxPA, фиксирующее все используемые структуры и формат обмена и позволяющее заинтересованным разработчикам модифицировать и дорабатывать программный код реализации протокола.

## 2 Нормативные документы

При разработке данного документа использовались следующие источники:

---

AIAA S-XXX-200X	SPA Guidebook
AIAA S-XXX-200X	SPA Local Subnet Adaptation Standard
AIAA S-XXX-200X	SPA Logical Interface Standard
AIAA S-XXX-200X	SPA Networking Standard
AIAA S-XXX-200X	SPA Ontology Standard
AIAA S-XXX-200X	SPA SpaceWire Subnet Adaptation Standard
ECSS-E-50-12C	SpaceWire – Links, nodes, routers and networks
RFC 4122	A Universally Unique Identifier (UUID) Uniform Resource Name (URN) Namespace, ( <a href="http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt">http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt</a> )

---

## 3 Словарь

### 3.1 Список аббревиатур и сокращений

- AIAA** *American Institute of Aeronautics and Astronautics* – Американский институт аэронавтики и астронавтики
- CAS** *Central Addressing Service* – Централизованная служба адресации
- CUUID** *Component Universally Unique Identifier* – Универсальный уникальный идентификатор компонента
- EP** *SxPA Endpoint* – Конечный пункт SxPA (SxPA-пункт)
- IETF** *Internet Engineering Task Force* – Инженерный совет Интернета
- IP** *Internet Protocol* – Internet протокол
- IPC** *Inter-process communication* – Межпроцессорное взаимодействие
- LS** *Lookup Service* – Поисковая служба
- RFC** *Request For Comments* – Рабочее предложение
- PnP** *Plug-and-Play* – Технология “подключил и работай”
- SM-L** *SxPA Manager for the SxPA Local Interconnects* – SxPA-менеджер локальных соединений
- SM-s** *SxPA Manager for SpaceWire Protocol subnet* – SxPA-менеджер подсети с протоколом SpaceWire
- SM-x** *SxPA Subnet Manger, where x represents a given technology protocol* – SxPA-менеджер подсети с протоколом x
- SxPA** *Space Plug-and-Play Architecture* – Plug-and-Play Архитектура космического аппарата
- SxPA-L** *SxPA Local Interconnect* – Локальное SxPA-межсоединение
- SxPA-S** *SxPA SpaceWire Subnet* – SxPA-подсеть с протоколом SpaceWire
- UDP** *User Datagram Protocol* – Протокол пользовательских датаграмм
- uint<n>** *Unsigned Integer, n bits* – Беззнаковое целое, n бит
- URN** *Uniform Resource Name* – Неизменяемое имя ресурса

**UUID** *Universally Unique Identifier* – Универсальный уникальный идентификатор

**xTEDS** *Extensible Transducer Electronic Data Sheet* – Расширяемая электронная таблица данных сенсора или привода

**XUUID** *xTEDS Universally Unique Identifier* – Универсальный уникальный идентификатор xTEDS

## 3.2 Термины и определения

Настоящие термины определены и используются в оригинальных стандартах Space Plug-and-Play Architecture. Эти же термины или их русскоязычные эквиваленты (когда перевод уместен) используются в настоящем документе.

**Central Addressing Service** *Централизованная адресная служба*. Централизованная адресная служба отвечает за присвоение логических адресных блоков для каждого аппаратного или программного компонента в системе во время регистрации компонента. Для каждого SxPA-менеджера SxPA-сети служба хранит логический адресный блок, уникальный идентификатор (UUID) и физический адрес.

**Component** *Компонент или SxPA-компонент*. SxPA-компонент – конечный пункт, интерфейс которого соответствует стандарту SxPA Interface Standard и не подключается к другому SxPA-объекту через другой порт. Следует заметить, что в настоящем документе аппаратный SxPA-компонент не отличим от программного SxPA-компонента.

**Discovery** *Обнаружение*. Обнаружение представляет собой процесс, посредством которого, SxPA-менеджер определяет физическую топологию SxPA-подсети. Этот процесс специфичен для конкретного протокола SxPA-подсети.

**Plug-and-Play** *Технология Plug-and-Play*. Plug-and-Play – возможность подключать устройство к системе без его предварительной подготовки или минимальной подготовки, т.е., когда обеспечивается автоматизированный процесс распознавания устройств и обмена данными между ними.

**Registration** *Регистрация*. Регистрация представляет собой процесс, посредством которого возможности компонента (описанные с помощью xTEDS) регистрируются SxPA-службой.

**Router** *Маршрутизатор или SxPA-маршрутизатор*. SxPA-маршрутизатор – устройство с несколькими портами, к которым могут быть подключены SxPA-маршрутизатор, SxPA-менеджер, SxPA-шлюз или SxPA-компонент вида конечный пункт.

**SxPA Lookup Service** *SxPA-служба поиска*. SxPA-служба поиска отвечает за процесс регистрации компонента и обеспечивает представление данных о маршруте для компонентов, нуждающихся в определенном типе обслуживания (или возвращает *naack*, если настоящий тип обслуживания недоступен).

**SxPA Manager** *SxPA-менеджер или менеджер.* SxPA-менеджер отвечает за процесс обнаружения компонентов для определенной подсети. Менеджер направляет входящие пакеты к корректным конечным SxPA-пунктам SxPA-подсети, снабжая каждый SxPA-пакет корректным заголовком протокола. В обратном направлении менеджер удаляет заголовок протокола и возможно добавляет новый заголовок в соответствии с требованиями подсети (в зависимости куда направляется пакет). Менеджер также отвечает за обнаружение топологии SxPA-подсети и предоставление отчетности в рамках подсети.



## 4 Перечень требований к SxPA-интерфейсу

Настоящий раздел описывает логический интерфейс SxPA в четырех частях. В части SxPA-заголовков (4.1) определяются атрибуты общие для всех сообщений. В части Характеристики модели данных компонента (4.2) описываются сообщения на уровне приложений и в части Сетевые характеристики компонента (4.3) описываются сообщения на транспортном уровне. В завершении, в части Идентификация компонента (4.4) описывается как каждый компонент поддерживает уникальную идентификацию, используемую для упрощения схемы адресации сообщений.

### 4.1 SxPA-заголовок

#### 4.1.1 Стандартный SxPA-заголовок

[SxPA-LOG-0001] Все SxPA-сообщения должны иметь стандартный заголовок, содержащий информацию, которая присуща всем SxPA-сообщениям.

[SxPA-LOG-0002] Формат SxPA-заголовка должен быть таким, как описано в ниже Таблице 4-1.

Имя сообщения	Standard SPA Header
Opcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	описание стандартного заголовка

**Таблица 4-1.** Стандартный заголовок SxPA-сообщения

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Version	1	1	Номер версии логического интерфейса SPA.
Priority	1	н/о	Приоритет сообщения.
Length	2	н/о	Длина полезных данных в сообщении.
Destination	4	н/о	Логический адрес пункта назначения.

Source	4	н/о	Логический адрес источника.
Flags	2	0	Специальные флаги сообщения.
Opcode	1	н/о	Уникальный код операции сообщения.
Ext. Header Length	1	0	Длина в байтах всех расширенных заголовков.

---

Поле	Version
Описание	Номер версии реализации логического интерфейса SPA.
Полное описание	Поле version определено SPA-стандартом для однозначного определения формата сообщения.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
По умолчанию	1
Диапазон	0–255

---

Поле	Priority
Описание	Приоритет сообщения.
Полное описание	Приоритет сообщения устанавливается инициатором сообщения и может быть использован для реализации специальной обработки. Более низкие значения в поле priority указывает на более высокий приоритет сообщения.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
По умолчанию	н/о
Диапазон	0–255. 0 = наивысший приоритет, 255 = самый низкий приоритет.

---

Поле	Length
------	--------

---

Описание	Длина полезных данных в сообщении.
Полное описание	Длина в байтах сообщения после заголовка и всех расширенных заголовков.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	bytes
По умолчанию	н/о
Диапазон	0–65292. ( $2^{16} - \text{header size} - \text{max extended header size}$ )

---



---

Поле	Destination
------	-------------

---

Описание	Логический адрес назначения.
Полное описание	Логический SPA-адрес для которого сообщение должно быть доставлено.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
По умолчанию	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Поле	Source
------	--------

---

Описание	Логический адрес источника.
Полное описание	Логический SPA-адрес откуда сообщение передается.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
По умолчанию	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	Flags
Описание	Специальные флаги сообщения.
Полное описание	Это битовое поле используется для дополнительного описания свойств сообщения. Оно также служит для индикации присутствия некоторых расширенных заголовков.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
По умолчанию	0
Диапазон	Bit 0: 1=неизвестный или неверный адрес источника, 0=адрес источника известен Bit 1: 1=QoS присутствует, 0=QoS отсутствует Bit 2-7: зарезервированы.

Поле	Opcode
Описание	Уникальный код сообщения
Полное описание	Opcode - жестко привязанный уникальный идентификатор для каждого типа сообщения.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
По умолчанию	н/о
Диапазон	0–255

Поле	Ext. Header Length
Описание	Длина в байтах расширенных заголовков.
Полное описание	Длина в байтах расширенных заголовков. Значение длины расширенного заголовка должно быть выравнено по границе 4 байтов.
Размер	1
Тип данных	uint8

Единицы	32bit слова
По умолчанию	0
Диапазон	0–252

---

#### 4.1.2 Расширенный SxPA-заголовок

Расширенные заголовки SxPA будут использованы с целью упрощения достижения требуемой функциональности в SxPA-сообщении, которая может не требоваться для каждого сообщения или не могла быть полностью определена когда стандартный SxPA-заголовок впервые задумывался. Например, могут определяться расширенные заголовки для гарантированной доставки, реализации QoS, защиты информации и т.д.

[SxPA-LOG-0003] Если, как минимум, один расширенный SxPA-заголовок использован, поле “Extended Header Length” в стандартном SxPA-заголовке должно быть установлено в значение длины расширенного заголовка в байтах. Каждый расширенный заголовок должен иметь длину как минимум 4 байта. Поле “Flags” стандартного заголовка должно индексировать присутствие ключа расширенных заголовков.

[SxPA-LOG-0004] Формат расширенного SxPA-заголовка должен быть таким, как описано в Таблице 4-2.

Имя сообщения	SPA Extended Header
Оrcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	описание расширенного заголовка

**Таблица 4-2.** Расширенный заголовок SxPA-сообщения

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Extended Header Id	1	1	Порядковый идентификатор расширенного заголовка.
Extended Header data Size	1	2	Число байтов данных в расширенном заголовке.
Extended Header Data	2–254	н/о	Данные расширенного заголовка.

Поле	Extended Header Id
Описание	Порядковый идентификатор расширенного заголовка.
Полное описание	Уникальный числовой идентификатор расширенного заголовка.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	1
Диапазон	0–255

Поле	Extended Header data Size
Описание	Число байтов данных в расширенном заголовке.
Полное описание	Число байтов данных в расширенном заголовке. Расширенный заголовок должен быть выравненным на границе 4 байтов, поэтому минимальный размер расширенного заголовка 2 байта.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	2
Диапазон	2–254. 2 = минимальное значение, 254 = максимальное значение.

Поле	Extended Header Data
Описание	Данные расширенного заголовка.
Полное описание	Данные расширенного заголовка. Расширенный заголовок должен быть выравнен на границе 4 байтов, поэтому в поле данных должно находиться не менее 2 байтов.
Размер	2–254
Тип данных	uint8

Единицы	bytes
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

### 4.1.3 Расширенный заголовок гарантированной доставки

[SxPA-LOG-0005] Расширенный заголовок гарантированной доставки используется для того, чтобы облегчить доставку SxPA-сообщения до намеченного адресата гарантированно. Когда компонент принимает сообщение с расширенным заголовком гарантированной доставки, он обязан подтвердить то, что сообщение принято, посредством отсылки сообщения SxPAAck отправителю.

[SxPA-LOG-0006] Формат расширенного заголовка гарантированной доставки должен быть таким, как описано в Таблице 4-3.

Имя сообщения	SPA Guaranteed Delivery Extended Header
Оrcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	расширенный заголовок гарантированной доставки

---

**Таблица 4-3.** Расширенный заголовок гарантированной доставки

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Header Id	1	1	Guaranteed delivery extended header Id
Header Size	1	2	Guaranteed delivery extended header Size
Ack Id	2	1	Enumerated id for the acknowledgment

---

Поле	Header Id
Описание	Идентификатор расширенного заголовка гарантированной доставки.
Полное описание	Уникальный числовой идентификатор расширенного заголовка гарантируемой доставки.

Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	1
Диапазон	1. 1 = гарантированная доставка.

---

Поле	Header Size
Описание	Размер расширенного заголовка гарантированной доставки.
Полное описание	Число байтов в расширенном заголовке гарантированной доставки.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	2
Диапазон	2. 2 = размер в байтах заголовка гарантированной доставки.

---

Поле	ACK Id
Описание	Порядковый номер (идентификатор) ответа ACK.
Полное описание	Идентификатор, присваиваемый с целью связать ACK-отклик с сообщением.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	1
Диапазон	1–65535

---



#### 4.1.4 Расширенный заголовок секвенсинга

[SxPA-LOG-0007] Максимальный размер SxPA-сообщения не может быть более 65536 байтов.

[SxPA-LOG-0008] Расширенный заголовок для секвенсинга должен предоставлять идентификатор последовательности (sequence ID), счетчик последовательности (sequence count) и идентификатор сообщения (message ID) для того, чтобы разрешить пакетирование данных.

[SxPA-LOG-0009] Формат расширенного заголовка для секвенсинга должен быть таким, как описано в Таблице 4-4.

Имя сообщения	SPA Message Sequencing Extended Header
Opcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	описание расширенного заголовка секвенсинга

**Таблица 4-4.** Формат расширенного заголовка для секвенсинга

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Header Id	1	2	Идентификатор расширенного заголовка секвенсинга.
Header Size	1	н/о	Размер расширенного заголовка секвенсинга.
sequence ID	1	н/о	Идентификатор последовательности.
Sequence Count	1	н/о	Счетчик последовательности сообщений.
Stream ID	4	н/о	Stream ID.

Поле	Header Id
Описание	Идентификатор расширенного заголовка секвенсинга.
Полное описание	Уникальный числовой идентификатор расширенного заголовка секвенсинга.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о

Установлено в	2
Диапазон	2. 2 = секвенсинг.

---

Поле	Header Size
Описание	Размер расширенного заголовка секвенсинга.
Полное описание	Число байтов данных в расширенном заголовке секвенсинга.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	6. 6 = Размер секвенсинга в байтах.

---

Поле	sequence ID
Описание	Идентификатор секвенсинга.
Полное описание	Номер этого сообщения в последовательности ('i' в 'i из j').
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	0–255

---

Поле	Sequence Count
Описание	Счетчик секвенсинга.
Полное описание	Общее число сообщений в этой последовательности ('j' в 'i из j').
Размер	1
Тип данных	uint8

Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	0–255
<hr/>	
Поле	Stream ID
<hr/>	
Описание	Stream ID.
Полное описание	Идентификатор устанавливаемый передающей стороной, чтобы однозначно идентифицировать последовательности для реконструкции.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	0–255
<hr/>	

#### 4.1.5 Заголовок качества сервиса

В настоящую ревизию стандарта заголовок качества сервиса QoS не включен.

#### 4.1.6 Заголовок безопасности

В настоящую ревизию стандарта заголовок защиты информации или безопасности не включен.

#### 4.1.7 Завершающая часть SxPA-сообщения

[SxPA-LOG-0010] Все SxPA-сообщения должны завершаться стандартным концом сообщения, содержащим 16-битную контрольную сумму как определено в рекомендации Transmission Control Protocol (TCP RFC 793). Поле контрольной суммы – это 16-битное дополнение суммы всех 16-битных слов заголовка и текста. Если сегмент содержит в заголовке и тексте нечетное количество октетов, подлежащих учету в контрольной сумме, последний октет будет дополнен нулями справа с тем, чтобы образовать для предоставления контрольной сумме 16-битное слово. Возникший при таком выравнивании октет не передается вместе с сегментом по сети. Перед вычислением контрольной суммы поле этой суммы заполняется нулями.

[SxPA-LOG-0011] Формат завершающей части SxPA-сообщения должен быть таким, как описано в Таблице 4-5.

Имя сообщения	SPA Standard Footer
Orcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	описание стандартной завершающей части SPA сообщения

**Таблица 4-5.** Завершающая часть SxPA-сообщения

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Checksum	2	0	16 бит контрольная сумма

Name	Checksum
Описание	16 бит контрольная сумма
Полное описание	16 бит контрольная сумма содержимого SPA-сообщения
Размер	2
Тип данных	uint16
Units	н/о
Установлено в	0
Диапазон	0–65535

## 4.2 Характеристики модели данных SxPA-компонента

Настоящая секция описывает сообщения и протоколы, которые поддерживают уровень приложений SxPA-архитектуры. SxPA-компоненты взаимодействуют друг с другом, используя эти сообщения.

## 4.2.1 Обнаружение

Процесс обнаружения включает считывание и идентификацию отдельных компонентов SxPA-сети. Это происходит после завершения определения топологии сети, как описано в секции 4.3.1.

[SxPA-LOG-0012] Когда компонент обнаружен, SM-х должен послать SpaRqstLsProbe сообщение для SxPA Lookup Service. SxPA Lookup Service должен послать сообщение SxPAProbeRequest по логическому адресу вновь обнаруженного компонента.

[SxPA-LOG-0013] Получение SxPAProbeRequest сообщения должно призвать компонент вернуть SxPAProbeReply сообщение.

SxPAProbeReply содержит универсальный уникальный идентификатор компонента (CUUID) и универсальный уникальный идентификатор xTEDS (XUUUID) для регистрируемого компонента. Принятием этих двух идентификаторов SxPA Lookup Service завершает процесс обнаружения. SxPA Lookup Service – SxPA-приложение, которое поддерживает каталог данных и служб, которые доступны на космическом аппарате.

### 4.2.1.1 Сообщение SxPA Probe Request

SxPAProbeRequest сообщение может быть послано компонентом (обычно менеджером высокого уровня) другому компоненту для того, чтобы запросить идентификационную информацию. Оно также может быть использовано для мониторинга общего состояния сети. Пользователь может запрашивать многократные сообщения SxPAProbeReply, чтобы проверять то, что компонент находится в работоспособном состоянии.

[SxPA-LOG-0014] Если поле “Reply Count” сообщения SxPAProbeRequest установлен в значение больше, чем единица, первое сообщение SxPAProbeReply должно быть послано в ответ немедленно, а остальные такие сообщения должны посылаться с интенсивностью, которая устанавливается в поле “Reply Period” SxPAProbeRequest сообщения.

Прекращение передачи предыдущих запрошенных сообщений SxPAProbeReply можно инициировать посылкой SxPAProbeRequest сообщения в сторону передающего компонента с установленным значением счетчика в 1. Приняв сообщение SxPAProbeRequest, компонент должен прекратить все посылки, обслуживающие предыдущее сообщение SxPAProbeRequest, принятое от компонента с таким же логическим адресом.

[SxPA-LOG-0016] Формат сообщения SxPA Probe Request должен быть таким, как описано ниже в Таблице 4-6.

Имя сообщения	SPAProbeRequest
Opcode сообщения	0x78
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	проба SPA-компонента с целью идентификации

**Таблица 4-6.** Сообщение SxPA Probe Request

Имя поля	Размер	Значение	Описание
DialogIdentifier	2	н/о	Идентификатор диалога, устанавливаемый запрашивающей стороной.
ReplyCount	2	н/о	Число SPAProbeReply сообщений.
ReplyPeriod	2	н/о	Период посылки SPAProbeReply сообщений.

Поле	DialogIdentifier
Описание	Идентификатор диалога, устанавливаемый запрашивающей стороной.
Полное описание	Значение, используемое парой сообщений: SPAProbeRequest сообщением и соответствующим ему SPAProbeReply сообщением. Не требуется чтобы это поле было таким же как в предыдущей последовательности, когда устанавливается новый счетчик ответов или интенсивность запросов.
Размер	2
Тип данных	uint16
Units	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	ReplyCount
Описание	Число SPAProbeReply сообщений.
Полное описание	Требуемое количество следующих SPAProbeReply сообщений, посылаемых в ответ на этот запрос. 0 – неограниченное.
Размер	2

Тип данных	uint16
Units	count
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	
Поле	ReplyPeriod
<hr/>	
Описание	Период между SPAProbeReply сообщениями.
Полное описание	Период между серией SPAProbeReply сообщений. Пропускная способность и внутренние ограничения компонента могут изменять это значение.
Размер	2
Тип данных	uint16
Units	milliseconds
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

#### 4.2.1.2 Диаграмма обмена SxPA Probe Request

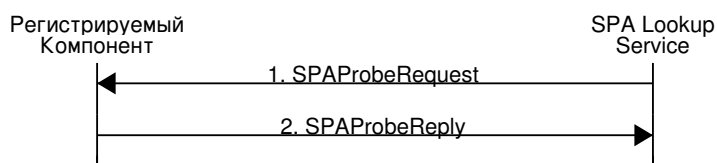


Рис. 4-1. Диаграмма обмена SxPA Probe Request

1. SxPA Lookup Service получает уведомление о том, что новый элемент сети присутствует. Эта служба посылает сообщение-пробу в сторону нового компонента с тем, чтобы запросить информацию о характеристиках нового компонента.
2. Регистрируемый компонент принимает запрос и отправляет сообщение в ответ на сообщение-пробу, которое содержит требуемую информацию.

#### 4.2.1.3 Сообщение SxPA Probe Reply

[SxPA-LOG-0017] Формат сообщения SxPA Probe Reply должен быть таким, как описано ниже в Таблице 4-7.

Имя сообщения	SPAProbeReply
Opcode сообщения	0x79
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	Отклик компонента на SPAProbeRequest сообщение.
Описание сообщения	Посылается компонентом другому компоненту (обычно менеджеру более высокого уровня) в ответ на запрос идентификации. Это сообщение также используется с целью мониторинга состояния и жизнеспособности сети. Пользователь может запрашивать многократно SPAProbeReply сообщения, чтобы удостовериться в том, что компонент жизнеспособен. Первый отклик SPAProbeReply посылается немедленно, а последующие передаются с указанным периодом. Если компонент не нуждается в повторных откликах SPAProbeReply он может послать SPAProbeRequest сообщение с установленным счетчиком в 1.

**Таблица 4-7.** Сообщение SxPA Probe Reply

Имя поля	Размер	Значение	Описание
CUUID	16	н/о	Универсальный уникальный идентификатор SPA-компонента.
XUUID	16	н/о	Универсальный уникальный идентификатор xTEDS.
FaultIndicator	4	н/о	Индикатор ошибки.
Uptime	4	н/о	Количество секунд с момента включения питания.
DialogIdentifier	2	н/о	Идентификатор диалога, устанавливаемый запрашиваемой стороной.

Поле	CUUID
Описание	Универсальный уникальный Id SPA-компонента.
Полное описание	Универсальный уникальный Id SPA-компонента.
Размер	16



Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	XUUID
Описание	Универсальный уникальный Id xTEDS.
Полное описание	Значение уникального универсального идентификатора для xTEDS компонента.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	FaultIndicator
Описание	Индикатор ошибок.
Полное описание	32-битное поле, в котором каждый бит индицирует условие ошибки. Старшие 8 бит зарезервированы для использования пользователем.
Размер	32 4
Тип данных	uint32
Единицы	Bit field
Установлено в	н/о
Диапазон	(bit 0) SPA_OPMODE_INITIALIZING – компонент находится в стадии инициализации (bit 1) SPA_OPMODE_DEPENDENCY_FAILURE – неразрешимое условие, потеря зависимости (bit 2) SPA_OPMODE_LINK_ANOMALY – ошибка, возникшая в канале передачи (bit 3) SPA_OPMODE_PACKET_ANOMALY – ошибка в пакете

- (bit 4) SPA\_OPMODE\_DELIVERY\_ANOMALY – ошибка доставки пакета
- (bit 5) SPA\_OPMODE\_TEMPERATURE\_ANOMALY – температура за пределами нормы
- (bit 6) SPA\_OPMODE\_VOLTAGE\_ANOMALY – напряжение за пределами нормы
- (bit 7) SPA\_OPMODE\_CURRENT\_ANOMALY – ток вне безопасных пределов
- (bit 8) SPA\_OPMODE\_PRESSURE\_ANOMALY – давление за пределами нормы
- (bit 9) SPA\_OPMODE\_TIME\_DISTRIBUTION\_ANOMALY – неверное или пропущенное распределение
- (bit 10) SPA\_OPMODE\_INTERNAL\_SELFTEST\_ANOMALY – сбой собственного внутреннего теста
- (bit 11) SPA\_OPMODE\_APPLICATION\_LEVEL\_ANOMALY – сбой приложения
- (bit 12) SPA\_OPMODE\_USER\_DEFINED\_ANOMALY – измерение вне пределов спецификации, определенной пользователем
- (bits 13–23) Reserved – Зарезервированы
- (bits 24–31) User Defined – Определяются пользователем

---

Поле	Uptime
Описание	Количество секунд, прошедших от момента подачи питания.
Полное описание	Количество секунд в течение которых компонент находится в активном состоянии. 0, если не поддерживается.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	Seconds
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	DialogIdentifier
------	------------------

---

Описание	Идентификатор диалога, устанавливаемый передающей стороной.
Полное описание	Значение, используемое для пары сообщений: SPAProbeRequest сообщений и соответствующих SPAProbeReply сообщений.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

#### 4.2.1.4 Диаграмма обмена SxPA Probe Reply

См. Рисунок 4-1.

### 4.2.2 Регистрация

Регистрация компонента после того, как полностью завершены процессы определения топологии сети и обнаружения (сбор данных от компонентов). После завершения процесса обнаружения SxPA Lookup Service должен использовать xTEDS ID для завершения процесса регистрации. SxPA Lookup Service должен попытаться восстановить xTEDS из кэша, используя сообщение SxPAxTEDS Request, если это возможно и обновить данные в таблице регистрации компонентов. Если SxPA Lookup Service не может этого сделать, используя xTEDS ID, он должен опросить компонент снова, чтобы получить xTEDS. SxPA Lookup Service будет пытаться извлечь xTEDS при помощи сообщения SxPAxTEDS Request. При получении сообщения SxPAxTEDSReply служба SxPA Lookup Service должна завершить процесс регистрации и может кэшировать xTEDS таблицу для упрощения будущих регистраций этого компонента.

#### 4.2.2.1 Сообщение SxPAxTEDSRequest

Это сообщение может быть послано компонентом в сторону любого другого компонента или SxPA Lookup Service в системе, чтобы зарегистрировать xTEDS.

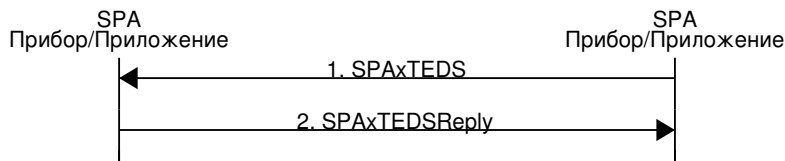


Рис. 4-2. Диаграмма обмена SxPAxTEDSRequest

#### 4.2.2.2 Диаграмма обмена SxPAxTEDSRequest

1. Устройство или приложение посылает запрос-сообщение SxPAxTEDS компоненту с типом запроса (Request Type) установленным в адрес устройства, универсальным уникальным идентификатором компонента (CUUID) или универсальным идентификатором xTEDS (XUUID).
2. Если совпадений не найдено, служба Lookup Service посылает одно завершающее сообщение SxPAxTEDS Reply; в противном случае Lookup Service посылает SxPAxTEDSReply сообщение для каждого совпадения и одно завершающее SxPAxTEDS Reply сообщение.

SxPA-LOG-0018] Формат сообщения SxPA xTEDS Request должно быть таким как показано ниже в Таблице 4-8.

Имя сообщения	SxPAxTEDSRequest
Opcode сообщения	0x42
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	запрос xTEDS компонента

Таблица 4-8. SxPA-сообщение запроса xTEDS

Имя поля	Размер	Значение	Описание
CUUID	16	н/о	Универсальный уникальный идентификатор SPA-компонента.
XUUID	16	н/о	Универсальный уникальный идентификатор xTEDS.
DeviceAddress	4	н/о	Адрес устройства.
DialogIdentifier	2	н/о	Идентификатор диалога, устанавливаемый запрашиваемой стороной.
RequestType	2	н/о	Идентификатор поля, которое идентифицирует компонент.

Поле	CUUID
Описание	Универсальный уникальный Id SPA-компонента.

Полное описание	Универсальный уникальный Id SPA-компонента для запроса xTEDS.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	XUUID
------	-------

---

Описание	Универсальный уникальный Id xTEDS.
Полное описание	Универсальный уникальный Id xTEDS для запроса xTEDS.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	DeviceAddress
------	---------------

---

Описание	Адрес устройства.
Полное описание	Адрес устройства для запроса xTEDS.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	DialogIdentifier
------	------------------

---

Описание	Идентификатор диалога, устанавливаемый передающей стороной.
----------	---

Полное описание	Значение, используемое для пары сообщений: SPAProbeRequest сообщений и соответствующих SPAProbeReply сообщений.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	RequestType
Описание	Идентификатор поля, идентифицирующее компонент.
Полное описание	Идентификатор поля, идентифицирующее компонент, чья таблица xTEDS разыскивается.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	(0) SPA_XTEDS_REQUEST_DEVICE_ADDRESS – запрос базируется на поле DeviceAddress (1) SPA_XTEDS_REQUEST_DEVICE_XUUID – запрос базируется на xTEDS ID (3) SPA_XTEDS_REQUEST_DEVICE_CUUID – запрос базируется на ID SPA-компонента.

---

#### 4.2.2.3 Сообщение SxPAxTEDSReply

Это сообщение должно посылаться любым компонентом или службой SxPA Lookup Service для компонента в ответ на полученное SxPAReqxTEDS сообщение. Lookup Service должен осуществлять поиск среди зарегистрированных xTEDS на предмет совпадения xTEDS. Если совпадений не найдено, Lookup Service должно послать одно завершающее сообщение SxPAxTEDSReply; в противном случае, служба Lookup Service должно послать SxPAxTEDSReply сообщение для каждого совпадения и одно завершающее сообщение SxPAxTEDSReply.

[SxPA-LOG-0019] Приняв сообщение SxPA xTEDS Request, сервис SxPA Lookup Service должен послать SxPA xTEDS Reply сообщение сделавшему запрос компоненту для каждой подходящей зарегистрированной xTEDS.

#### 4.2.2.4 Диаграмма обмена SxPAxTEDSReply

Смотри Рисунок 4-2.

[SxPA-LOG-0020] Формат сообщения SxPAxTEDSReply должен соответствовать формату, приведенному ниже в Таблице 4-9.

Имя сообщения	SPAxTEDSReply
Orcode сообщения	0x43
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	ответ на запрос xTEDS компонента

**Таблица 4-9.** Ответ на запрос xTEDS

Имя поля	Размер	Значение	Описание
XUUID	16	н/о	Универсальный уникальный Id of the xTEDS.
DeviceAddress	4	н/о	Адрес устройства.
DialogIdentifier	2	н/о	Идентификатор диалога, установленный вызывающей стороной.
ReplyStatus	2	н/о	Статус код сообщения.
xTEDS	n	н/о	xTEDS для запрашиваемого устройства.

Поле	XUUID
Описание	Универсальный уникальный Id xTEDS.
Полное описание	Универсальный уникальный Id xTEDS.
Размер	16
DataType	uint128

Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	DeviceAddress
Описание	Адрес устройства.
Полное описание	Адрес устройства, которому настоящий xTEDS принадлежит.
Размер	4
DataType	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	DialogIdentifier
Описание	Идентификатор диалога, установленный вызывающей стороной.
Полное описание	Значение, используемое для пары сообщений: SPAxTEDSRequest сообщений и соответствующих SPAxTEDSReply сообщений.
Размер	2
DataType	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	ReplyStatus
Описание	Статус код сообщения.
Полное описание	Статус код, индицирующий тип ответа на сообщение-запрос.



Размер	2
DataType	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	<p>(0) REPLY_VALID – запрос валидный и поле xTEDS также валидно</p> <p>(1) XTEDS_CANCEL – предыдущее переданная таблица xTEDS становится автономной или более не является валидной</p> <p>(2) ADDRESS_NOT_FOUND – возвращается в случае, когда посылается сообщение на регистрацию сервиса, а адрес не был еще зарегистрирован</p> <p>(3) ADDRESS_INVALID – возвращается в случае, когда сообщение посылается напрямую компоненту, но указанный адрес не принадлежит компоненту</p> <p>(4) CUUID_NOT_FOUND – возвращается в случае, когда посылается сообщения на регистрацию сервиса, а CUUID еще не был зарегистрирован</p> <p>(5) CUUID_INVALID – возвращается в случае, когда сообщение посылается напрямую компоненту, но указанный CUUID не принадлежит компоненту</p> <p>(6) XUUID_NOT_FOUND – возвращается в случае, когда посылается сообщения на регистрацию сервиса, а XUUID еще не был зарегистрирован</p> <p>(7) XUUID_INVALID – возвращается в случае, когда сообщение посылается напрямую компоненту, но указанный XUUID не принадлежит компоненту</p>

---

Поле	xTEDS
Описание	xTEDS для запрашиваемого устройства.
Полное описание	xTEDS для запрашиваемого устройства.
Размер	n
DataType	Null-terminated uint8 array
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

### 4.2.3 Запрос данных

Это семейство сообщений поддерживает способность SxPA-компонента запрашивать требуемые данные, команды и сервисы от соответствующих провайдеров. SxPA обеспечивает три ключевые возможности. Первая – способность осуществлять запрос элемента по его имени или спецификатору. Вторая – способность запрашивать мета-данные о специфическом изменяемом параметре. И наконец третья – это возможность извлекать xTEDS целиком.

#### 4.2.3.1 Сообщение SxPA Query Request

Это сообщение может быть послано компонентом к SxPA Lookup Service в порядке запроса информации о текущих зарегистрированных провайдерах.

Разработчики приложений должны осознавать то, что менее специфицированные запросы могут возвращать больше информации. Например, на запрос, который не специфицирует частный тип устройства, могут быть получены отклики от всех подобных устройств на плате. Аналогичным образом запрос, который не содержит спецификаций (все спецификации опциональны) может вернуть отклики для всех блоков информации космического аппарата. Иногда такой избыточный отклик полезен; например, приложение сбора телеметрии может запросить все блоки информации со спецификатором, который указывает на сбор служебных данных. Если на космическом аппарате присутствует множество служб Lookup Service, они могут обмениваться каталогами, генерируя менее или более специфические запросы друг к другу. Когда множественные спецификации присутствуют в запросе, они комбинируются совместно так, что результат есть пересечение результатов, которые могли бы быть получены если бы каждая спецификация присутствовала бы индивидуально.

#### 4.2.3.2 Диаграмма обмена SxPA Query Request

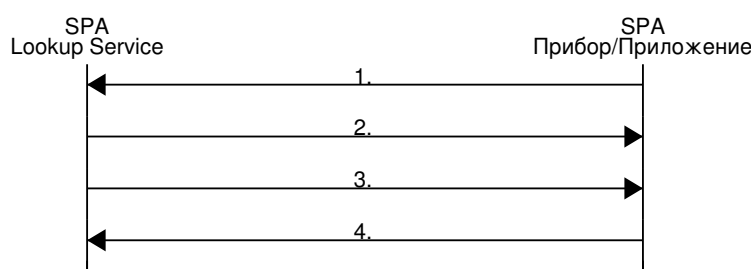


Рис. 4-3. Диаграмма обмена SxPA Query Request

1. Устройство или приложение должно посылать сообщение SxPAQueryRequest для Lookup Service, с указанием в поле “reply type” отметок: current (теку-

- щий), current/future (текущий/следующий) или current/future/cancel (текущий/следующий/отмена).
2. Если совпадений не найдено, Lookup Service должен послать одно завершающее сообщение SxPAQueryReply; в противном случае, SxPA Lookup Service должен послать SxPAQueryReply сообщение для каждого совпадения и одно завершающее сообщение SxPAQueryReply.
  3. Если поле "reply type" в оригинальном сообщении SxPAQueryRequest было установлено в значение "current/future" или в "future", если совпадение выполняется SxPA Lookup Service должен послать сообщение SxPAQueryReply для совпадения и одно завершающее SxPAQueryReply. Если поле "reply type" установлено в значение "current/future/cancel" и совпадение более не выполняется, SxPA Lookup Service должен послать сообщение SxPAQueryReply, индицируя то, что совпадение более недействительно.
  4. Для отмены подписки, генерируемой на предыдущее сообщение SxPAQueryRequest, устройство или приложение должно послать SxPAQueryRequest сообщение идентичное оригинальному сообщению SxPAQueryRequest, но с указанием в поле "reply type" значения "cancel".

[SxPA-LOG-0021] Формат сообщения SxPA Query Request должно быть таким, как показано ниже в Таблице 4-10.

Имя сообщения	SPAQueryRequest
Opcode сообщения	0x48
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	запрос информации о зарегистрированных на текущий момент поставщиках информации (providers)

**Таблица 4-10.** Сообщение SxPA Query Request

Имя поля	Размер	Значение	Описание
DialogIdentifier	2	н/о	Идентификатор диалога, установленный вызывающей стороной.
RequestType	1	н/о	Битовая маска, описывающая тип запроса, который был сделан.
Reserved	1	н/о	Зарезервировано.
Query	n	н/о	Null terminated SPAQueryRequest строка в формате XML.

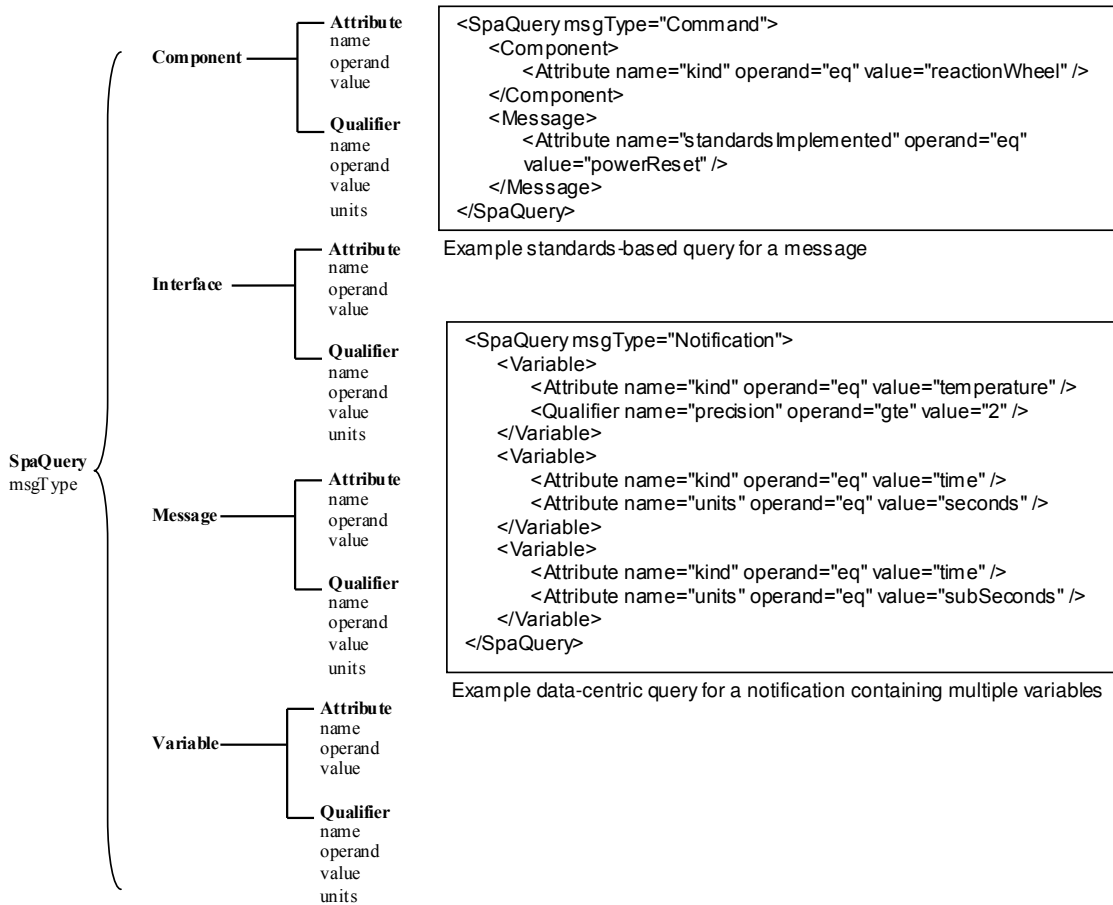
Поле	DialogIdentifier
Описание	Идентификатор диалога, установленный вызывающей стороной.
Полное описание	Значение, используемое для пары сообщений: SPAProbeRequest сообщений и соответствующих SPAProbeReply сообщений.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	RequestType
Описание	Битовая маска, описывающая тип запроса, который был выполнен.
Полное описание	Битовая маска, описывающая тип запроса, который был выполнен. Биты 1-3 устанавливаются в соответствии с множеством типов запросов (current, future, cancellations), а бит 0 устанавливается/очищается для индикации того, что запрос либо выполняется, либо сбрасывается предыдущий запрос. Заметим, что этот бит может отменять только определенные типы ответов, зарегистрированных в оригинальном запросе.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	bitfield
Установлено в	н/о
Диапазон	(bit 0) очищен: SPA_QUERY_REQUEST установлен: SPA_QUERY_CANCEL – бит может быть очищен или установлен для отмены или выполнения запроса, которые специфицируются следующими битами (bit 1) SPA_QUERY_CURRENT – текущие совпадения (bit 2) SPA_QUERY_FUTURE – последующие совпадения (bit 3) SPA_QUERY_CANCELLATIONS – последующие отмены

Поле	Reserved
Описание	Зарезервировано
Полное описание	Зарезервировано
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	Query
Описание	Null terminated SPAQueryRequest строка в формате XML.
Полное описание	Строка в формате XML (завершающаяся символом `0`) которая специфицирует тип сообщения (Notification, Command, Query) содержащая атрибуты (kind, name, standardImplemented, etc.) и спецификаторы для каждого уровня xTEDS (Component, Interface, Variable). Формат этой строки показан в секции ниже.
Размер	n
Тип данных	Null-terminated uint8 array
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

### 4.2.3.3 Формат XML строки SxPA Registration Info



### 4.2.3.4 Сообщение SxPA Query Reply

[SxPA-LOG-0022] Сообщение SxPAQueryReply должно быть послано от SxPA Lookup Service к компоненту в ответ на сообщение SxPAQueryRequest. Приняв сообщение SxPAQueryRequest, Lookup Service должен послать сообщение SxPAQueryReply запрашивающему компоненту для каждого действительного провайдера из числа зарегистрированных xTEDS.

[SxPA-LOG-0023] После ответа на сообщение SxPAQueryRequest для каждого действительного провайдера, SxPA Lookup Service должен послать одно пустое сообщение SxPAQueryReply запросившему его компоненту.

#### 4.2.3.5 Диаграмма обмена SxPA Query Reply

Смотри Рисунок 4-3.

[SxPA-LOG-0024] Формат сообщения SxPA Query Reply должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-13.

Имя сообщения	SPAQueryReply
Opcode сообщения	0x49
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	ответное сообщение на сообщение SPAQueryRequest

**Таблица 4-13.** Ответ на запрос SxPA Query

Имя поля	Размер	Значение	Описание
CUUID	16	н/о	Уникальный идентификатор сообщения провайдера.
XUUID	16	н/о	Уникальный идентификатор xTEDS провайдера.
ProviderSource	4	н/о	Адрес провайдера.
DialogIdentifier	2	н/о	Идентификатор диалога, установленный запрашивающей стороной.
ProviderInterfaceID	1	н/о	Идентификатор интерфейса xTEDS.
ProviderMessageID	1	н/о	Идентификатор сообщения xTEDS.
MessageType	1	н/о	Индицирует тип сообщения: Notification, Command, or Request (уведомление, команда или запрос).
ReplyType	1	н/о	Индицирует регистрацию или отмену.

VariableIdList	n1	н/о	Список идентификаторов переменных, разделяемый запятыми и завершающийся значением Null, которые удовлетворяют запросу. Если запрос соответствует стандартному, то список должен состоять из одного завершающего символа Null.
MessageDefinition	n2	н/о	xTEDS сообщение, удовлетворяющее запросу в формате строки, завершаемой символом Null.
xTEDS_section	n3	н/о	Секция xTEDS, завершающаяся символом Null.

---

Поле	CUUID
Описание	Уникальный идентификатор провайдера сообщения.
Полное описание	Уникальный идентификатор провайдера сообщения.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле	XUUID
Описание	Уникальный идентификатор xTEDS провайдера.
Полное описание	Значение – уникальный идентификатор xTEDS провайдера сообщения.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о



Поле	ProviderSource
Описание	Логический адрес провайдера.
Полное описание	Логический адрес провайдера.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	DialogIdentifier
Описание	Идентификатор диалога, установленный запрашивающей стороной.
Полное описание	Значение, используемое для пары сообщений: сообщению SPAQueryRequest и соответствующего ему сообщению SPAQueryReply.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	ProviderInterfaceID
Описание	Идентификатор интерфейса xTEDS
Полное описание	Значение, идентифицирующее интерфейс компонента которому принадлежит xTEDS. Метод расчета этого значения определен в SPA Ontology Standard.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о

Диапазон	н/о
Поле	ProviderMessageID
Описание	Идентификатор сообщения xTEDS
Полное описание	Значение идентифицирующее сообщение, указывая на интерфейс компонента, которому принадлежит xTEDS. Метод расчета этого значения определен в SPA Ontology Standard.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	MessageType
Описание	Указывает на тип сообщения: Notification, Command, or Request (уведомление, команда или запрос).
Полное описание	Значение, указывающее на тип сообщения Notification (0), Command (1), or Request (2)
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	(0) Notification – уведомление, указывает на сообщение типа уведомление. (1) Command – команда, указывает на сообщение типа команда. (2) Request – запрос, указывает на сообщение типа запрос.

Поле	ReplyType
------	-----------

Описание	Указывает на регистрацию или отмену.
Полное описание	Enumeration indicating if this is a notification of a registration event or a cancellation event
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	(0) REGISTRATION – указывает на событие типа регистрация. (1) CANCELLATION – указывает на событие типа отмена.

Поле	Reserved
Описание	Зарезервировано.
Полное описание	Зарезервировано.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	VariableIdList
Описание	Список идентификаторов переменных, разделяемый запятыми и завершающийся значением Null, которые удовлетворяют запросу. Если запрос соответствует стандартному, то список должен состоять из одного завершающего символа Null.
Полное описание	Строка, завершающаяся символом Null, содержащая список специфических идентификаторов переменных для сообщения, удовлетворяющему запросу специфических данных от устройства.
Размер	n1

Тип данных	Null-terminated uint8 array
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	
Поле	MessageDefinition
<hr/>	
Описание	Строка xTEDS сообщения, завершающаяся символом Null, которая удовлетворяет запросу.
Полное описание	<p>A null-terminated string which contains the format of the xTEDS message match contained within the SPA Query Reply. This match is represented in a simple delimited string of the following format:</p> <p>VariableId:TypeEnumeration:ArrayLength;  VariableId:TypeEnumeration:ArrayLength; ...</p> <p>This format string is intended for use in aiding a parser in knowing how to parse received messages.</p> <p>TypeEnumeration:</p> <p>0=UInt8  1=Int8  2=UInt16  3=Int16  4=UInt32  5=Int32  6=Float32  7=Float64</p>
Размер	n2
Тип данных	Null-terminated uint8 array
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	

Example Message Match:

```
<Notification>
  <DataMsg name="msg" id="1">
    <Variable name="first" type="UInt16" NumArrayElements="4">
```

```

        units="deg/sec" id="5" />
        <Variable name="second" type="Float32" units="deg" id="3" />
    </DataMsg>
</Notification>

```

Example corresponding MessageDefinition:

```
5:2:4;3:6:1;
```

Note that the ArrayLength fields in the MessageDefinition must always be at least 1.

Поле	xTEDS_section
Описание	Null terminated section of the xTEDS message definition from the xTEDS
Полное описание	Null terminated section of the xTEDS which defines the message matching the SPA query request
Размер	n3
Тип данных	Null-terminated uint8 array
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

#### 4.2.4 Процесс подписки на данные

Это семейство сообщений поддерживает обращение к системным источникам данных. Как только запрос был выведен на подходящий источник данных, источник активизируется для компонента-потребителя, чтобы установить процесс подписки с провайдером. Это может осуществляться при посредничестве SxPA Lookup Service, который отслеживает все подписки и таким образом может известить всех потребителей о случаях, когда провайдер данных сброшен (намеренно или по причине недоступности). Альтернативно, потребитель может послать запрос на подписку к компоненту-провайдеру напрямую.

##### 4.2.4.1 Сообщение SxPA Subscription Request

Это сообщение посылается компонентом в сторону SxPA Lookup Service для выполнения запроса подписки на сервисы, предоставляющие системную информацию. Кроме того, это сообщение включает дополнительные параметры: темп доставки данных, время освобождения системного ресурса, приоритет и т.д.

Компонент может посылать сообщение SxPASubscriptionRequest провайдеру данных с полем “SubscriptionType”, установленным в значение SUBSCRIPTION\_REQUEST для формирования запроса, когда уведомление должно посылаться компоненту. Компонент может послать сообщение SxPASubscriptionRequest провайдеру данных или SxPA Lookup Service с полем “SubscriptionType”, установленным в значение SUBSCRIPTION\_CANCEL для запроса, когда уведомление от компонента должно быть отменено.

[SxPA-LOG-0025] Компонент может посылать сообщение SxPASubscriptionRequest для Lookup Service с полем “SubscriptionType”, установленным в значение SUBSCRIPTION\_REQUEST для формирования запроса, когда уведомление должно посылаться от провайдера данных. При получении сообщения SxPASubscriptionRequest, Lookup Service должен послать сообщение SxPASubscriptionRequest провайдеру данных и в поле “SubscriptionManager” установить собственный адрес (адрес Lookup Service).

#### 4.2.4.2 Диаграмма обмена SxPA Subscription Request

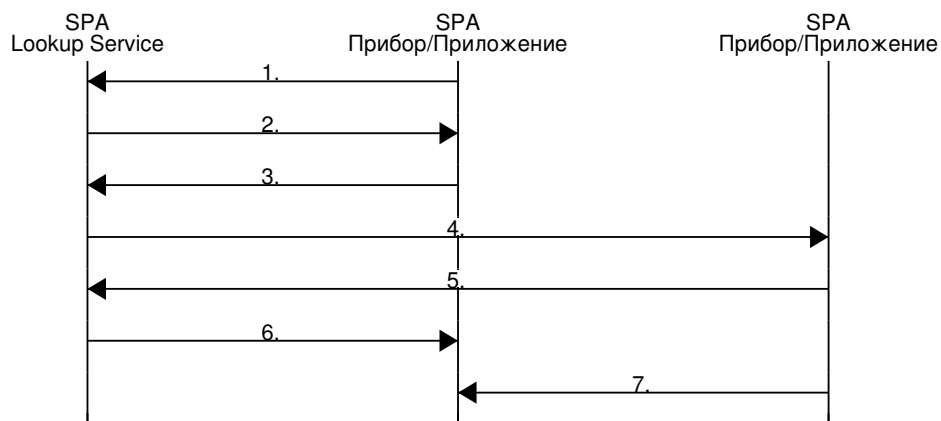


Рис. 4-4. Диаграмма обмена SxPA Subscription Request

1. Устройство или приложение должно послать сообщение SxPAQueryRequest для Lookup Service.
2. SxPA Lookup Service должен сгенерировать сообщения SxPAQueryReply для каждого совпадения и одно завершающее SxPAQueryReply сообщение.
3. Устройство или приложение должно послать сообщение SxPASubscriptionRequest для Lookup Service, чтобы запросить уведомление от провайдера данных.
4. Lookup Service должен послать сообщение SxPASubscriptionRequest провайдеру данных, установив в поле SubscriptionManager значение собственного адреса.
5. Провайдер данных должен послать сообщение SxPASubscriptionReply для Lookup Service, индицируя, что подписка была принята.
6. Lookup Service должен послать сообщение SxPASubscriptionReply, принятое от провайдера данных устройству или приложению, индицируя то, что подписка была принята.

7. Провайдер данных посылает SxPADATA сообщение (сообщения) напрямую устройству или приложению, которыми были сделаны запросы на уведомление о данных.

В следующем сценарии потребитель не использует Lookup Service, а подписывается на данных напрямую.

1. Компонент-потребитель должен послать сообщение SxPASubscriptionRequest компоненту-провайдеру.
2. Компонент-провайдер должен послать сообщение SxPASubscriptionReply компоненту-потребителю, индицируя то, что подписка была принята.
3. Компонент-провайдер должен послать SxPADATA сообщение (сообщения) напрямую устройству или приложению, которые сделали запрос на уведомление о данных.

В следующем сценарии компонент-провайдер сбрасывает подписку из-за ограниченности ресурсов. Это сценарий мог бы работать также и с SxPA Lookup Service, за исключением того, что сообщения доставлялись бы напрямую SxPA Lookup Service.

1. Компонент-потребитель должен послать сообщение SxPASubscriptionRequest компоненту-провайдеру.
2. Компонент-провайдер должен послать сообщение SxPASubscriptionReply компоненту-потребителю, индицируя то, что подписка была принята.
3. Компонент-провайдер должен послать SxPADATA сообщение (сообщения) напрямую устройству или приложению, которые запросили уведомление о данных.
4. Когда другой компонент-потребитель подписывается на уведомление и компонент-провайдер не может больше выполнять запросы оригинального потребителя, он должен послать сообщение SxPASubscriptionReply для сброса подписки и более не посылает уведомления первоначальному потребителю.

Следующий сценарий демонстрирует как освобождаются функциональные возможности.

1. Компонент-потребитель должен послать сообщение SxPASubscriptionRequest компоненту-провайдеру с указанием времени освобождения ресурса.
2. Компонент-провайдер должен послать сообщение SxPASubscriptionReply для компонента-потребителя, индицируя то, что подписка была принята.
3. Компонент-провайдер должен посылать SxPADATA сообщение (сообщения) напрямую устройству или приложению, которые затребовали уведомление данных.
4. Компонент-потребитель должен послать в точности такое же сообщение SxPASubscriptionRequest как в шаге 1 и таким образом обновить подписку.
5. Компонент-провайдер должен послать сообщение SxPASubscriptionReply компоненту-потребителю, индицируя то, что расширение lease (освобождение) было принято.

[SxPA-LOG-0026] Формат сообщения SxPA Subscription Request должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-14.

Message Name	SPASubscriptionRequest
Message Opcode	0x46
SPA Version	1
Summary Description	Request subscription services to retrieve system data

**Таблица 4-14.** Запрос SxPA Subscription

Field Name	Size	Value	Description
SubscriptionProducer	4	н/о	Address of producer component.
SubscriptionConsumer	4	н/о	Address of consumer component.
SubscriptionManager	4	н/о	Address of the Subscription Manager.
SubscriptionLeasePeriod	4	н/о	Requested lease duration of the subscription.
DialogIdentifier	2	н/о	Dialog identifier set by the requester
DeliveryRateDivisor	2	1	Subscribe to every nth message.
ProducerInterfaceID	1	н/о	xTEDS interface identifier
ProducerInterfaceMessageID	1	н/о	xTEDS message identifier
SubscriptionPriority	1	н/о	Requested priority of the subscription.
SubscriptionType	1	н/о	Indicates subscription request or cancellation

Name	SubscriptionProducer
Описание	Address of producer component.
Полное описание	Address of producer component that fulfills the subscription.
Размер	4



Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	SubscriptionConsumer
------	----------------------

---

Описание	Address of consumer component.
Полное описание	Address of consumer component that requires the subscription.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	SubscriptionManager
------	---------------------

---

Описание	Address of the Subscription Manager
Полное описание	Address of Subscription Manager. If this field is not the same as SubscriptionConsumer, the producer will send the SPASubscriptionReply message to this address instead of the SubscriptionConsumer address.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	SubscriptionLeasePeriod
------	-------------------------

---

Описание	Requested lease duration of the subscription
----------	--

Полное описание	Requested lease duration of the subscription. This field indicates the lifetime of the subscription. If the lease period expires, the producer will cancel the subscription and no longer send the notification message. Setting to 0 indicates infinite period.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	seconds
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Name	DialogIdentifier
Описание	Dialog identifier set by the requester
Полное описание	Value used to pair SPASubscriptionRequest messages with corresponding SPASubscriptionReply messages
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Name	DeliveryRateDivisor
Описание	Subscribe to every nth message.
Полное описание	Reduces rate of delivery of periodic messages by reciprocal of this value. The producer skips sending messages to subscriber except every nth. Setting to 1 indicates to send all messages. Producer's xTEDS may contain qualifier MaximumDeliveryRateDivisor with value indicating what the producer will support; subscription requests in excess will receive SUBSCRIPTION_CANCELED_RESOURCES.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о

Установлено в	1
Диапазон	1–65535

---



---

Name	ProducerInterfaceID
------	---------------------

---

Описание	xTEDS interface identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the interface within the producer component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	ProducerInterfaceMessageID
------	----------------------------

---

Описание	xTEDS message identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the message within indicated interface within the producer component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	SubscriptionPriority
------	----------------------

---

Описание	Requested priority of the subscription.
Полное описание	Requested priority of the subscription. This producer component may choose to ignore this field. It can use it to deny or accept the request. It also may use it to order the transmission multiple notification messages.
Размер	1

Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	0–255. 0 = highest priority, 255 = lowest priority.

---

Name	SubscriptionType
Описание	Indicates subscription request or cancellation
Полное описание	Enumeration indicating if this is a notification of a registration event or a cancellation event
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	(0) SUBSCRIPTION_REQUEST – Indicates the consumer components desire to subscribe to the producers notification message. (1) SUBSCRIPTION_CANCEL – Indicates the consumer components desire to cancel future notification messages from the producer.

#### 4.2.4.3 Сообщение SxPA Subscription Reply

Это сообщение посылается службой SxPA Lookup Service к компоненту в ответ на сообщение SxPASubscriptionRequest. Lookup Service должен выполнить поиск в зарегистрированных xTEDS, сравнивая различные определения и спецификации. Если совпадений не найдено, Lookup Service должен послать одно завершающее сообщение SxPASubscriptionReply; в противном случае Lookup Service должен послать SxPASubscriptionReply сообщение для каждого сообщения и одно завершающее сообщение SxPASubscriptionReply.

[SxPA-LOG-0027] После принятия сообщения SxPASubscriptionRequest, компонент должен ответить источнику запроса сообщением SxPASubscriptionReply, индицируя то, что подписка либо принята, запрещена, либо отменена.

[SxPA-LOG-0028] После принятия сообщения SxPASubscriptionReply, Lookup Service должен послать сообщение SxPASubscriptionReply оригинальному источнику/компоненту, сформировавшему сообщение SxPASubscriptionRequest.

[SxPA-LOG-0029] После отправки сообщения SxPASubscriptionReply для запросившего подписку компонента (индицируя то, что подписка была принята) компонент должен послать соответствующие SxPADATA сообщения для компонента, сделавшего запрос.

[SxPA-LOG-0030] Получив сообщение SxPASubscriptionRequest, компонент должен прервать все передачи, связанные с обслуживанием предыдущего сообщения SxPASubscriptionRequest, принятого от такого же логического адреса на который осуществляется передача сообщения SxPADATA.

[SxPA-LOG-0031] До прекращения передачи SxPADATA сообщения для компонента, подписавшегося на уведомление, SxPA-компонент (провайдер данных) должен послать сообщение SxPASubscriptionReply в сторону компонента-подписчика, индицируя то, что подписка была отменена.

#### 4.2.4.4 Диаграмма обмена SxPA Subscription Reply

Смотри Рисунок 4-4.

[SxPA-LOG-0032] Формат сообщения SxPA Subscription Reply показан в ниже в Таблице 4-15.

Message Name	SPASubscriptionReply
Message Opcode	0x47
SPA Version	1
Summary Description	Reply to SPA Subscription Request

**Таблица 4-15.** Ответ на SxPA Subscription запрос

Field Name	Size	Value	Description
DialogIdentifier	2	н/о	Dialog identifier set by the requester
SubscriptionType	1	н/о	Indicates subscription acceptance, deny, or cancellation

Name	DialogIdentifier
Описание	Dialog identifier set by the requester
Полное описание	Value used to pair SPASubscriptionRequest messages with corresponding SPASubscriptionReply messages

Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Range	н/о

---

Name	SubscriptionType
Описание	Indicates subscription acceptance, deny, or cancellation
Полное описание	Enumeration indicating if this is a notification of a registration event or a cancellation event
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	<p>(0) SUBSCRIPTION_REQUEST_GRANTED – Indicates the subscription request was granted.</p> <p>(1) SUBSCRIPTION_CANCELED – Indicates the subscription was canceled. This reply could be a response to a request to a cancellation, or for some ad hoc reason.</p> <p>(2) SUBSCRIPTION_CANCELED_PRIORITY – Indicates the subscription was canceled due to priority</p> <p>(3) SUBSCRIPTION_CANCELED_RESOURCES – Indicates the subscription was canceled due to limited producer resources</p> <p>(4) SUBSCRIPTION_CANCELED_SHUTDOWN – Indicates the subscription was canceled due to producer going off-line.</p> <p>(5) SUBSCRIPTION_CANCELED_LEASEEXPIRED – Indicates the subscription was canceled due to the lease term expired.</p>

---

#### 4.2.5 Обмен данными между компонентами

После того, как компоненты обнаружили друг друга и (или) подписались на данные, они готовы к тому, чтобы обмениваться специфичными данными друг с другом. Это достига-

ется использованием сообщений/команд SxPAData, SxPACommand, SxPAServiceRequest и SxPAServiceReply.

#### 4.2.5.1 Сообщение SxPA Data Request

Это сообщение должно посылаться компонентом для устройства или приложения, которые являются подписчиками этого компонента. SxPA-компонент-провайдер должен передавать данные в соответствии с соглашениями, которые определены подпиской на сервис.

#### 4.2.5.2 Диаграмма обмена SxPA Data Request

1. Устройство или приложение должно послать SxPAQueryRequest сообщение для SxPA Lookup Service.
2. SxPA Lookup Service должно сгенерировать сообщение SxPAQueryReply для каждого совпадения и одно завершающее сообщение SxPAQueryReply.
3. Устройство или приложение должно послать сообщение SxPASubscriptionRequest для SxPA Lookup Service, чтобы запросить уведомление, которое будет посылаться от провайдера данных.
4. SxPA Lookup Service должен послать сообщение SxPASubscriptionRequest для провайдера данных, чтобы подписаться на уведомляющее сообщение.
5. Провайдер данных должен послать сообщение (сообщения) SxPAData напрямую устройству или приложению, которые запросили уведомление на определенные данные.

[SxPA-LOG-0033] Формат сообщения SxPA Data должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-16.

Message Name	SPAData
Message Opcode	0x74
SPA Version	1
Summary Description	Application Specific Data

**Таблица 4-16.** SxPA-сообщения для передачи данных

Field Name	Size	Value	Description
payloadLength	2	n/o	Length of the payload data
providerInterface	1	n/o	xTEDS interface identifier

providerMsg	1	н/о	xTEDS message identifier
payload	payloadLength	0	Message data payload

---

Name	payloadLength
Описание	Length of the payload data
Полное описание	Number of bytes in the payload field.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	bytes
Установлено в	н/о
Диапазон	0–65536

---

Name	providerInterface
Описание	xTEDS interface identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the interface within the provider's xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Name	providerMsg
Описание	xTEDS message identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the message within indicated interface within the providers xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о



Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	
Name	payload
<hr/>	
Описание	Message data payload
Полное описание	Contains the data indicated in the provider's xTEDS.
Размер	payloadLength
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	0
Диапазон	н/о
<hr/>	

#### 4.2.5.3 Сообщение SxPA Command

[SxPA-LOG-0034] Сообщение SxPA Command может быть послано SxPA-компонентом другому SxPA-компоненту для того, чтобы компонент исполнил команду. При получении сообщения SxPACommand, принявший его компонент должен исполнить команду в соответствии со своей xTEDS.

#### 4.2.5.4 Диаграмма обмена SxPA Command

1. Устройство или приложение посылает сообщение SxPAQueryRequest для SxPA Lookup Service.
2. SxPA Lookup Service генерирует сообщение SxPAQueryReply для каждого совпадения и одно завершающее сообщение SxPAQueryReply.
3. Устройство или приложение посылает сообщение SxPACommand напрямую устройству или приложению на котором должна быть выполнена команда.
4. Устройство или приложение, которое приняло сообщение SxPACommand, исполняет команду.

[SxPA-LOG-0035] Формат сообщения SxPA Command должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-17.

Message Name	SPACommand
--------------	------------

Message Opcode	0x7A
SPA Version	1
Summary Description	Application specific command

**Таблица 4-17.** Командное SxPA-сообщение

Field Name	Size	Value	Description
payloadLength	2	н/о	Length of the payload data
providerInterface	1	н/о	xTEDS interface identifier
providerMsg	1	н/о	xTEDS message identifier
payload	payloadLength	0	Message data payload

Name	payloadLength
Описание	Length of the payload data
Полное описание	Number of bytes in the payload field.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	bytes
Установлено в	н/о
Диапазон	0–65536

Name	providerInterface
Описание	xTEDS interface identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the interface within the target component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о

Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	
Name	providerMsg
<hr/>	
Описание	xTEDS message identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the message within indicated interface within the target component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	
Name	payload
<hr/>	
Описание	Message data payload
Полное описание	Contains the data indicated in the target component xTEDS.
Размер	payloadLength
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	0
Диапазон	н/о
<hr/>	

#### 4.2.5.5 Сообщение SxPA Service Request

Сообщение SxPA Service Request может быть послано SxPA-компонентом для другого SxPA-компонента чтобы запросить выполнение обслуживания. Запрашивающий компонент может передать запрос для SxPA-компонента, предоставляющего сервис, и компонент, обеспечивающий сервис, должен затем послать обратно ответ в сторону запросившего сервис компонента.

#### 4.2.5.6 Диаграмма обмена SxPA Service Request

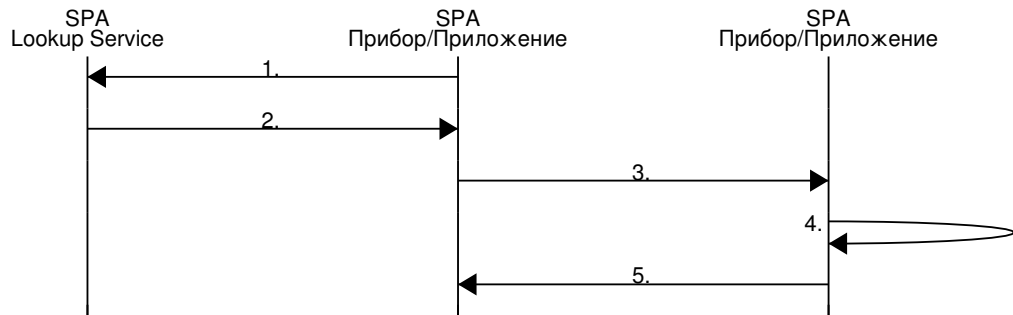


Рис. 4-10. Диаграмма обмена SxPA Service Request

1. Устройство или приложение посылают сообщение SxPAQueryRequest для Lookup Service.
2. SxPA Lookup Service генерирует сообщение SxPAQueryReply для каждого совпадения и одно завершающее SxPAQueryReply сообщение.
3. Устройство или приложение посылает сообщение SxPAServiceRequest для провайдера сервиса.
4. Провайдер сервиса обрабатывает запрос.
5. Провайдер сервиса всегда посылает SxPAServiceReply сообщение для устройства или приложения, которые инициировали запрос.

[SxPA-LOG-0036] Формат сообщения SxPA Service Request должно быть таким, как показано ниже в Таблице 4-18.

Message Name	SPAServiceRequest
Message Opcode	0x75
SPA Version	1
Summary Description	Application specific service request.

Таблица 4-18. Сообщение запроса сервиса

Field Name	Size	Value	Description
DialogIdentifier	2	н/о	Dialog identifier set by the requester
payloadLength	2	н/о	Length of the payload data
providerInterface	1	н/о	xTEDS interface identifier

providerMsg	1	н/о	xTEDS message identifier
payload	payloadLength	0	Message data payload

---

Name	DialogIdentifier
Описание	Dialog identifier set by the requester
Полное описание	Identifier of the request to provide a tracking capability. The target copies this number into the reply.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Name	payloadLength
Описание	Length of the payload data
Полное описание	Number of bytes in the payload field.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	bytes
Установлено в	н/о
Диапазон	0–65536

---

Name	providerInterface
Описание	xTEDS interface identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the interface within the target component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о

Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	
Name	providerMsg
Описание	xTEDS message identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the message within indicated interface within the target component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
<hr/>	
Name	payload
Описание	Message data payload
Полное описание	Contains the data indicated in the target component's xTEDS.
Размер	payloadLength
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	0
Диапазон	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о
<hr/>	

#### 4.2.5.7 Сообщение SxPA Service Reply

[SxPA-LOG-0037] Сообщение SxPA Service Reply должно быть послано SxPA компонентом для другого SxPA-компонента в ответ на сообщение SxPAServiceRequest.

#### 4.2.5.8 Диаграмма обмена SxPA Service Reply

Смотри Рисунок 4-10.

[SxPA-LOG-0038] Формат сообщения SxPA Service Reply должно быть таким, как показано ниже в Таблице 4-19.

Message Name	SPAServiceReply
Message Opcode	0x76
SPA Version	1
Summary Description	Application specific service reply

**Таблица 4-19.** Ответ на запрос сервиса

Field Name	Size	Value	Description
DialogIdentifier	2	н/о	Dialog identifier set by the requester
payloadLength	2	н/о	Length of the payload data
providerInterface	1	н/о	xTEDS interface identifier
providerMsg	1	н/о	xTEDS message identifier
payload	payloadLength	0	Message data payload

Name	DialogIdentifier
Описание	Dialog identifier set by the requester
Полное описание	Identifier of the request to provide a tracking capability. This number comes from the request message.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Name	payloadLength
Описание	Length of the payload data

Полное описание	Number of bytes in the payload field.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	bytes
Установлено в	н/о
Range	0–65536

---



---

Name	providerInterface
Описание	xTEDS interface identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the interface within the target component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	providerMsg
Описание	xTEDS message identifier
Полное описание	Number uniquely identifying the message within indicated interface within the target component xTEDS.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---



---

Name	payload
Описание	Message data payload

---



Полное описание	Contains the data indicated in the target component's xTEDS.
Размер	payloadLength
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	0
Диапазон	н/о

---

### 4.3 Сетевые возможности компонента

Эта секция описывает сообщения и протоколы, которые обеспечивают транспортный и сетевой уровни SxPA-архитектуры. SxPA-компоненты, которые управляют сетью используют эти сообщения. Детальное описание сетевой SxPA-инфраструктуры можно найти в AIAA S-XXX-200X SxPA Networking Standard.

#### 4.3.1 Конфигурация и маршрутизация

Эта подсекция содержит краткое описание примера конфигурации и маршрутизации в SxPA-сети. Более полное описание приведено в SxPA Network Specification. Этот пример рассчитан на топологию соединений между подсетями в виде дерева, т.е. соединенную без замыканий. Такая топология похожа на случай, когда существует несколько подсетей, как в небольшом спутнике, таким образом, этот пример вероятно будет пригоден для многих частных случаев. Компоненты для конфигурации сети и маршрутизации в этом примере следующие: Central Addressing Service (CAS) и SxPA-менеджеры для подсетей, выполненных на базе технологии *x* (SM-*x*).

Пример конфигурации и маршрутизации использует CAS для присвоения блоков логических адресов для SM-*x* менеджеров. SM-*x* менеджеры определяют топологии своих подсетей, которыми они управляют и они работают совместно для того, чтобы маршрутизировать сообщения в сети от одного SxPA-компонента к другому. Каждый SM-*x* получает блок адресов от CAS и присваивает эти адреса компонентам подсети, которую они обслуживают. SM-*x* распределяют информацию между собой, которая дает им возможность решать как передавать сообщения для доставки по определенному адресу. Каждый SM-*x* обнаруживает компоненты в своей подсети, поэтому SxPA Lookup Service может запрашивать компоненты о данных и сервисах, которые они могут предоставить уровню приложений.

#### 4.3.1.1 Обнаружение (определение топологии SxPA-сети)

SxPA-сеть гибкая в отношении различных топологий и может состоять из некоторого числа гетерогенных подсетей. Например, SxPA-сеть может состоять из SxPA SpaceWire подсети, SxPA USB подсети, SxPA I<sup>2</sup>C подсети и т.д. Каждая SxPA-подсеть управляется менеджером подсети (SM-X). Менеджер подсети служит в качестве шлюза, чтобы обеспечить взаимодействие между различными типами SxPA-подсетей. Каждый SM-X отвечает за специфические особенности обнаружения и внутрисетевого взаимодействия для подсети, которую он обслуживает.

Обрабатывающий SxPA-узел подчиняется модели сетевого обмена SxPA. SxPA Local Manager (SM-L) обеспечивает обнаружение компонентов (приложений, CAS, LS, SM-х и т.д.) для обрабатывающего узла (local). После того, как SM-L обнаруживает CAS, SM-L способен распределять логические адреса и адресные блоки для SxPA local компонентов. Логические адресные блоки используются SM-X менеджерами для присвоения логических адресов своим специфичным компонентам подсети.

#### 4.3.1.2 Назначение логических адресных блоков для SxPA-менеджеров

Каждый из SM-х должен запросить адресный блок от CAS для другого SM-х, находящегося на его подсети, а те SM-х будут должны запросить блок для своих SM-х до того момента, пока все менеджеры не будут иметь собственные блоки адресов. В это же время, менеджеры назначают логические адреса из своего блока для всех компонентов не-менеджеров в своей подсети.

### 4.3.2 Диаграмма обмена SxPA Discovery

Последовательность сообщений обнаружения показана на диаграмме ниже.

#### 4.3.2.1 Описание взаимодействия

1. Каждый SM-X выполняет определение топологии своей подсети в соответствии со спецификой собственного протокола, определяя количество компонентов, их типы и CUUID, и местоположения любых дополнительных SM-х.
2. SM-L запрашивает блок адресов для себя от CAS, используя сообщение SxPARqstAddrBlock.
3. CAS назначает адресный блок, используя SxPAAssignAddrBlock сообщение.
4. SM-L запрашивает от CAS адресный блок для каждого обнаруженного на локальном соединении SM-х менеджера.
5. SM-L запрашивает адресный блок для каждого SM-х, обнаруженного на своем внутреннем соединении от CAS.
6. CAS отвечает сообщением SxPAAssignAddrBlock.

7. SM-L также распределяет маршруты к любому известному центральному компоненту для SM-х на собственном внутреннем соединении, используя SxPADistributeRoute сообщение для каждого из них.
8. Каждый SM-х может теперь запрашивать адресный блок для SM-х, которые он обнаружил в своей подсети во время процесса определения топологии, используя команду SxPARqstAddrBlock.
9. Адресные блоки назначаются CAS при помощи команды SxPAAssignAddrBlock.
10. Запрашивающие SM-х должны распределять блоки адресов для целевых SM-х своей подсети при помощи SxPAAssignAddrBlock команды.
11. Каждый SM-х также распространяет маршруты к основным компонентам о которых они осведомлены при помощи сообщения SxPADistributeRoute.

#### **4.3.2.2 Уведомление Lookup Service о компонентах**

Реализация сетевой конфигурации и маршрутизации уведомляет SxPA Lookup Service о компонентах в конкретной подсети, которые должны быть зарегистрированы. В настоящем примере, каждый SM-х выполняет эту функцию.

#### **4.3.2.3 Диаграмма последовательности SxPA Request Lookup Service Probe**

##### **4.3.2.4 Описание взаимодействия**

Все SM-х посылают SxPARqstLsProbe сообщения для LS с адресом и CUUID компонентов, которые должны быть зарегистрированы.

1. SM-х распознают то, что неизвестен маршрут к компоненту в другой подсети и запрашивают информацию о маршруте от CAS.
2. CAS отвечает SM-х (доступному через SxPA-L) корректной информацией о маршруте или индикацией того, что маршрута к этой конечной точке не существует.
3. Действия, когда маршрут неизвестен выходят за рамки этого примера.

##### **4.3.2.5 Отчет о сетевых ошибках**

Для того, чтобы предоставить возможность сетевым компонентам, таким как SM-х, отчитываться о сетевых ошибках, которые возникают в подсети, используются сообщения SxPAProbeRequest и SxPAProbeReply для формирования запросов обновления информации о статусе SxPA-компонента.

#### 4.3.2.6 Диаграмма отчета о SxPA-ошибках

#### 4.3.2.7 Описание взаимодействия

1. Компонент посылает сообщение SxPAProbeRequest для сетевого компонента, указывая число и частоту обновлений его состояния.
2. Сетевой компонент посылает ответ немедленно и затем передает ответы с заказанной периодичностью и в требуемом количестве (может быть бесконечным или одиночным откликом). Ответ может индцировать как отсутствие ошибок, так и ошибки или сбои линка сетевого компонента.

#### 4.3.2.8 Взаимодействие на уровнях модели OSI

Возможны различные реализации конфигурации и маршрутизации в SxPA-сети, но алгоритм, описанный в SxPA Network Specification в настоящее время является нормативным. В будущем альтернативные алгоритмы могут быть разработаны, которые заменят сетевой и транспортный уровни, как и сообщения, которые обеспечивают только эти уровни. Для облегчения таких разработок эта секция описывает, обозначает интерфейс между уровнем приложений и транспортным/сетевым уровнями, тем самым замена реализации не должна сказаться на уровне приложений. Будущие алгоритмы должны стать расширением стандарта.

#### 4.3.3 Сообщение SxPA Request Address Block

Сообщение SxPARqstAddrBlock посылается CAS для того, чтобы запросить блок логических адресов для последующего использования. Это сообщение может посылаться как во время процесса определения топологии сети, так и позже (когда предыдущий выделенный блок адресов исчерпан).

[SxPA-LOG-0039] Формат сообщения SxPA Request Address Block должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-20.

Message Name	SPARqstAddrBlock (net)
Message Opcode	0x4C
SPA Version	1
Summary Description	Request a block of logical addresses

**Таблица 4-20.** Запрос адресного блока

Field Name	Size	Value	Description
------------	------	-------	-------------

CUUID	16	н/о	Universally Unique SPA Identifier of requesting device
-------	----	-----	--

Name	CUUID
Описание	Universally Unique SPA Identifier of requesting device
Полное описание	The CUUID is a unique identifier assigned to all SPA compliant components. It is unique not only for a particular SPA network, but for all SPA networks.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

#### 4.3.4 Сообщение SxPA Assign Address Block

Сообщение SxPA Assign Address Block должно посылаться как ответ от SM-х или CAS на запрос адресного блока для присвоений адресов компонентам.

[SxPA-LOG-0040] Формат сообщения для SxPA Assign Address Block должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-21.

Message Name	SPAAssignAddrBlock (net)
Message Opcode	0x4D
SPA Version	1
Summary Description	Response to SPARqstAddrBlock

**Таблица 4-21.** Сообщение передачи адресного блока

Field Name	Size	Value	Description
CUUID	16	н/о	Component Universally Unique SPA Identifier
AssignedBaseAddress	4	н/о	The base of the address block

ResponseType	1	н/о	Type of address response
--------------	---	-----	--------------------------

---

Name	CUUID
Описание	Universally Unique SPA Identifier
Полное описание	The CUUID is a unique identifier assigned to all SPA compliant components. It is unique not only for a particular SPA network, but for all SPA networks. This CUUID matches the one sent in the original request.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Name	AssignedBaseAddress
Описание	The base of the address block
Полное описание	The lowest address in the allocated block.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Name	ResponseType
Описание	Type of address response
Полное описание	Indicates if the response contains a valid block, or indicates the requested block size is not available.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о

Установлено в	н/о
Диапазон	(0) Valid – Block assigned is valid. (1) Invalid – Request denied, ignore block fields.

---

### 4.3.5 Сообщение SxPA Request Lookup Service Probe

[SxPA-LOG-0041] Сообщение SPARqstLsProbe должно посылаться сетевым компонентом таким как SM-x для SxPA Lookup Service после того, как компонент принял логический адрес.

[SxPA-LOG-0042] Формат сообщения SxPA Request Lookup Service Probe должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-22.

Message Name	SPARqstLsProbe (app-net interface)
Message Opcode	0x73
SPA Version	1
Summary Description	SM-x request to Lookup Service to perform component probe

**Таблица 4-22.** Пробное сообщение от SxPA Lookup Service

Field Name	Size	Value	Description
ComponentAddress	4	н/о	Logical Address

Name	ComponentAddress
Описание	Logical Address
Полное описание	The logical address of the SPA component to be registered
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

### 4.3.6 Сообщение SxPA Distribute Route

SxPA-менеджеры должны использовать эту команду, чтобы сообщить любым другим SxPA-менеджерам, которые были обнаружены во время определения топологии сети.

[SxPA-LOG-0043] Формат сообщения SxPA Distribute Route должен быть таким, как показано ниже в Таблице 4-23.

Message Name	SPADistributeRoute (net)
Message Opcode	0x72
SPA Version	1
Summary Description	Advertises a route to a SPA component

**Таблица 4-23.** SxPA-сообщение назначение маршрута

Field Name	Size	Value	Description
CUUID	16	н/о	Universally Unique Id of the SPA component.
ComponentAddress	4	н/о	Logical Address
ComponentType	1	н/о	Type of SPA component for which the route is being advertised.

Name	CUUID
Описание	Universally Unique Id of the SPA component.
Полное описание	Universally Unique Id of the SPA component.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Name	ComponentAddress
------	------------------



Описание	Logical Address
Полное описание	Component for which the route is being advertised.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Name	ComponentType
Описание	Type of SPA component for which the route is being advertised.
Полное описание	The description of the device being advertised
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	(0) CAS – Central Addressing Service (1) LS – Lookup Service (2) SM-L – SPA Local Interconnect Manager (3) SM-x – SPA Subnet Manager (not local interconnect) (4) SPA Gateway – Gateway device bridging two SPA networks with different address spaces (5) Other – Other SPA component

#### 4.3.7 Сообщение SxPA Assign Address

[SxPA-LOG-0044] Сообщение SxPA Assign Address Message должно посылаться SM-x для назначения логического адреса компоненту его подсети. Адрес, назначаемый компоненту должен выделяться из адресного блока SM-x.

[SxPA-LOG-0045] Формат сообщения для SxPA Assign Address message должен быть таким, как показано ниже в таблице 4-24.

Message Name	SPAAssignAddress (net)
Message Opcode	0x7B
SPA Version	1
Summary Description	Sent to assign a logical address to a component

**Таблица 4-24.** SxPA-сообщение назначения адреса

Field Name	Size	Value	Description
CUUID	16	н/о	Universally Unique Id of the SPA component being assigned an address.
AssignedAddress	4	н/о	The logical address being assigned.

Name	CUUID
Описание	Universally Unique Id of the SPA component being assigned an address.
Полное описание	This is the CUUID of the component being assigned an address. The component should check this field to insure that this message has indeed reached its intended destination. This is important as the component does not yet know its own address.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Name	AssignedAddress
Описание	The logical address being assigned.
Полное описание	The logical address being assigned to the component. This address exists within the address block of the SM-x performing the assignment.

Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

#### 4.3.8 Контроль работоспособности

SxPA-сеть может требовать периодического мониторинга для того, чтобы гарантировать свою непрерывную работоспособность. Различные миссии могут выбирать различные методы обнаружения сбоев и реакций на них. Однако, SxPA-сеть сама по себе должна обеспечивать механизм для того, чтобы сообщать о проблемах и неполадках в сети.

Существует два основных подхода к мониторингу сетей

- (1) активный мониторинг
- (2) пассивный мониторинг

При активном мониторинге менеджер отказов посылает сообщение каждому компоненту, который проверяется и ожидает ответа в течении выделенного времени.

Пассивный мониторинг требует конфигурирования компонентов для периодической посылки сообщений к менеджеру отказов с определенной периодичностью.

SxPA поддерживает обе методологии мониторинга сети. Это достигается использованием сообщений SxPAProbeRequest и SxPAProbeReply. Эти сообщения имеют поля в них, которые не только помогают в процессе обнаружения, но также разрешают менеджеру отказов отслеживать базовую работоспособность SxPA-компонентов.

#### 4.3.9 Синхронизация времени

Временная синхронизация для SxPA-систем достигается посредством сообщения time-at-tone и импульсами синхронизации. Это обсуждается более детально в стандарте SxPA Timing Standard.

#### 4.3.10 Качество обслуживания

Зачаточные функции QoS могут быть встроены в SxPA-подход, но из-за того, что QoS является очень широкой областью и приложения QoS могут очень различаться, этот предмет не может полностью быть раскрыт в SxPA стандартах и остается заботой проектировщиков. Мероприятия, взятые для обеспечения QoS для SxPA-систем и связанных с ними сообщения и протоколы описываются в этой секции.

### 4.3.11 Гарантированная доставка

Доставка SxPA-сообщения может быть гарантирована включением расширенного заголовка гарантированной доставки, определенного в секции 4.1.3 и Таблице 4-3.

[SxPA-LOG-0046] Когда компонент принимает сообщение с расширенным заголовком SxPA Guaranteed Delivery Extended Header он должен подтвердить то, что он принял сообщение, посылая SxPAAck сообщение отправителю сообщения. Если отправитель не принял подтверждения от принимающей стороны, он может повторить (передать заново) сообщение. Максимальное число повторений и период между повторениями не специфицируется в стандарте, чтобы удовлетворить требованиям различных компонентов.

#### 4.3.11.1 Диаграмма обмена SxPA Guaranteed Delivery

1. Когда компонент посылает SxPA-сообщение другому компоненту с расширенным заголовком гарантированной доставки.
2. Компонент, который принимает такое сообщение посылает SxPAAck сообщение отправителю, чтобы подтвердить то, что его сообщение получено.

#### 4.3.11.2 Сообщение SxPA Acknowledgement

Это сообщение используется для подтверждения приема SxPA-сообщения при использовании расширенного заголовка гарантированной доставки.

[SxPA-LOG-0047] Формат сообщения SxPA Acknowledgement показан ниже в Таблице 4-25.

Message Name	SPAAck
Message Opcode	0x41
SPA Version	1
Summary Description	SPA message guaranteed delivery acknowledgement

Таблица 4-25. Сообщение подтверждения

Field Name	Size	Value	Description
Ack Id	1	1	Enumerated id of the acknowledgment

Name	Ack Id
Описание	Enumerated id of the acknowledgment
Полное описание	Id assigned by sender to associate acknowledgment with Message.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	1
Диапазон	0–255

#### 4.3.11.3 Безопасность

Эта секция описывает сообщения и протоколы относящиеся к защите информации. Эта информация не предусмотрена в настоящей редакции стандарта на логический интерфейс SxPA.

## 4.4 Идентификация компонента

Эта секция описывает методологию идентификации компонентов.

### 4.4.1 Уникальная идентификация

[SxPA-LOG-0048] Каждый компонент должен иметь уникальный идентификатор, называемый Component Identifier или CUUID. В любой SxPA-системе никакие два компонента, вне зависимости от того подключены они или нет, не могут иметь одинаковые CUUID. CUUID должны использоваться SxPA-сервисами, приложениями или специфическим для миссии программным обеспечением, чтобы определить особенный тип устройства, дату производства, местоположение компонента, дату калибровки/поверки как и другие элементы. Небольшой и фиксированный размер идентификатора в 128 бит делает его идеальным для быстрого сравнения и идентификации в базе данных.

Для того, чтобы ускорить разработку SxPA-компонентов и способствовать взаимодействию, алгоритм таков, что для двух компонентов производителей могут независимо генерироваться CUUID с чрезвычайно низкой вероятностью того, что они будут одинаковыми.

SxPA использует промышленный стандарт для генерации универсальных уникальных идентификаторов, как оговорено в рабочих материалах RFC 4122, так и в ITU-T рекомендации и ISO/IEC стандарте. Эти стандарты технически эквиваленты друг другу. Пример реализации алгоритма включен в RFC 4122 IETF.

Каждый программный компонент может также иметь CUUID. В SxPA возможно использовать одинаковый бинарный исполняемый код и запускать его на многих машинах или на множестве экземплярах одной машины. Если CUUID встроен в бинарный образ, то возможно возникновение конфликта CUUID. Однако, выгоды от наличия стойкого CUUID очень велики. Политика назначения CUUID остается за миссией и (или) программным обеспечением. Некоторые возможные техники кратко изложены ниже.

- (1) CUUID, сформированный во время компиляции, запоминается в исполняемом образе программного обеспечения.
- (2) CUUID типов 3 или 5, сформированные во время выполнения, основываются на имени приложения и CUUID процессора.
- (3) CUUID типов 3 или 5, сформированные во время выполнения, основываются на имени приложения и имени миссии.
- (4) CUUID специфицируется как аргумент для приложения во время его старта.

#### **4.4.1.1 Идентификация xTEDS**

xTEDS компонента специфицируют интерфейс этого компонента. В течение разработки, интеграции и тестирования xTEDS может претерпевать значительные изменения. Однако, на орбите xTEDS не будут скорее всего изменяться. Компоненты, замещающие xTEDS во время start-up или во время взаимодействия могли бы обеспечивать важную динамику, но для этого пришлось бы нести дополнительные накладные расходы. Для оптимизации обмена xTEDS для конфигураций они являются полу-статичными или заблокированными с уникальным идентификатором для каждой xTEDS.

Идентификатор xTEDS (XUUID) должен основываться на уникальной идентификации содержимого xTEDS посредством хеша. Если xTEDS изменяется даже незначительно, идентификатор изменяется разительно, что позволяет использовать XUUID для кэширования xTEDS и тем самым предотвращается избыточный обмен содержимым xTEDS во время старта системы или процесса обнаружения.

XUUID должен генерироваться используя такие же руководства как CUUID типа 5. Алгоритм как получить SHA-1 хеш для xTEDS и использовать его для генерации CUUID по существу такой же как описано в RFC 4122. Этот алгоритм позволяет компонентам резюмировать информацию о собственных xTEDS и разрешает другим компонентам верифицировать этот кэш xTEDS.

[SxPA-LOG-0049] Каждая xTEDS должна иметь уникальный идентификатор, называемый XUUID, равный CUUID, полученному как определено в RFC 4122 с использованием SHA-1 хеша xTEDS. SHA-1 алгоритм производит результат длиной в 160 битов. XUUID должен использовать первые 128 битов SHA-1 хеша.

## 5 Требования и рекомендации к организации SxPA-сети

В этом разделе приводятся формальные требования к сетевым компонентам SxPA, а также некоторые соображения касательно организации SxPA-сети.

### 5.1 Требования к шине SxPA-L

- (1) [SxPA-NET-0001] Для каждого вычислительного узла SxPA-сеть должна реализовать т.н. SxPA-Local Interconnect для взаимодействия между процессами.
- (2) [SxPA-NET-0002] Любая SxPA-L сеть должна содержать SM-L менеджер.
- (3) [SxPA-NET-0003] Одна SxPA-L сеть должна содержать активный CAS процесс.
- (4) [SxPA-NET-0004] Одна SxPA-L сеть должна содержать SxPA Lookup Service процесс.
- (5) [SxPA-NET-0005] Все SM-х на одном SxPA-L соединении должны взаимодействовать друг с другом без передачи трафика через SM-L менеджер. Передача данных через SM-L разрешена, но не является необходимым условием реализации.

### 5.2 Требования к централизованной службе адресации (CAS)

#### 5.2.1 Общие требования

- (1) [SxPA-NET-0006] SxPA-сеть должна реализовать CAS сервис для распределения уникальных блоков логических адресов фиксированного размера для SxPA-компонентов по требованию.
- (2) [SxPA-NET-0007] CAS процесс должен быть создан на SxPA-L соединении.

#### 5.2.2 Дублирование

- (1) [SxPA-NET-0008] В любой момент времени только один CAS сервис может обслуживать SxPA-сеть.

- (2) [SxPA-NET-0009] SxPA-система может иметь одну или более одной службы CAS, но остальные службы не должны отвечать на любой запрос на выделение блоков адресов, пока первичная служба находится в рабочем состоянии.

### 5.2.3 Назначение логического адреса

- (1) [SxPA-NET-0010] Логический адресный блок предоставляемый CAS для любого SxPA-менеджера должен быть уникальным из 16-ти в SxPA-сети и должен иметь размер 65,536 ( $2^{16}$ ) байтов.
- (2) [SxPA-NET-0011] Первый логический адресный блок (0–65535) зарезервирован для системных целей.
- (3) [SxPA-NET-0012] Если запрос адресного блока прибывает от менеджера с UUID для которого уже был выделен логический адрес предварительно, а из сообщения следует, что это первый запрос, CAS должен назначить такой же номер ID, каким он был и в предыдущем случае. Такая ситуация может возникать, если менеджер был выключен, а впоследствии снова вернулся в рабочее состояние.

### 5.2.4 Информация о компоненте: хранение и доставка

- (1) [SxPA-NET-0013] CAS должен сохранять UUID, назначая логические адресные блоки и опрашивая все SM-х всех SxPA-менеджеров, которые были уже зарегистрированы при помощи него.

## 5.3 Требования к SxPA Lookup Service

### 5.3.1 Общие требования

- (1) [SxPA-NET-0014] SxPA-сеть должна реализовывать SxPA Lookup Service процесс.
- (2) [SxPA-NET-0015] В системе может присутствовать одна или более одной служб SxPA Lookup Service, но дублирующие службы не должны отвечать ни на какие запросы на обслуживание, пока первичная служба находится в рабочем состоянии.

### 5.3.2 Обнаружение компонента

- (1) [SxPA-NET-0016] Lookup Service может сохранять запросы от компонентов на регистрацию компонента до момента пока служба не будет готова зарегистрировать компонент.
- (2) [SxPA-NET-0017] SxPA Lookup Service должна сохранять xTEDS, зарегистрированные от каждого компонента, также как и назначенные логические адреса для каждого из них.



- (3) SxPA Lookup Service может загружать информацию о маршруте и xTEDS из внешнего запоминающего устройства ранее, чем была осуществлена регистрация компонента.
- (4) [SxPA-NET-0018] Служба SxPA Lookup Service должна быть способна к идентификации и принятию новой информации о компоненту после того, как начальная стадия обнаружения компонента была завершена.

### 5.3.3 Подписка

- (1) [SxPA-NET-0019] SxPA Lookup Service должен принимать запросы от подписчиков к данным компонента сразу после того, как регистрация компонента была завершена.

### 5.3.4 Запрос

- (2) [SxPA-NET-0020] После завершения регистрации компонента, SxPA Lookup Service должен отвечать на сообщение SxPAQueryRequest сообщениями SxPAQueryReply, указывая на все доступные сервисы с установленным адресом провайдера в ноль.
- (3) [SxPA-NET-0021] После завершения регистрации компонента, SxPA Lookup Service должен отвечать на сообщение SxPAQueryRequest одиночным сообщением с установленным адресом провайдера в ноль, если доступных сервисных служб нет.

## 5.4 Требования к менеджеру подсети SxPA (SM-s)

Следующие требования и предположения применимы ко всем SM-х менеджерам в SxPA-системе. Дополнительные, более специфические требования могут быть найдены в соответствующих стандартах адаптации подсетей (SxPA Subnet Adaptation Standard).

### 5.4.1 Определение топологии

- (1) [SxPA-NET-0022] SM-s должны быть способны осуществлять коммуникативные функции со всеми компонентами своей подсети, обращаясь к ним по их UUID, присвоенным логическим адресам, а также типам в соответствии с процедурой определения топологии сети, описанной в спецификации подсети.
- (2) [SxPA-NET-0022] SM-х должны присваивать логический адрес для любого компонента своей подсети из адресного блока, предоставленного CAS, если этому компоненту уже не был присвоен действительный адрес.
- (3) [SxPA-NET-0024] Логические адреса, присваиваемые SM-х должны быть уникальными в пределах назначенного блока.

- (4) [SxPA-NET-0025] SM-х должна запросить новый блок адресов после того, как будут использованы все адреса из уже выделенного блока.
- (5) [SxPA-NET-0026] После того, как был получен блок логических адресов от CAS для собственного использования, SM-х должна запросить блок логических адресов для других SM-х, находящихся за пределами собственной подсети.
- (6) [SxPA-NET-0027] SM-х должны распределять блоки логических адресов, используя сообщение SxPAAssignAddrBlock от CAS к SM-х.
- (7) [SxPA-NET-0028] SM-х должны распределять информацию о маршруте для корневых SxPA-компонентов (CAS, SxPA Lookup Service и других SM-х) для других SM-х за пределами собственной сети.
- (8) [SxPA-NET-0029] SM-х должны быть способны реализовывать процесс определения топологии собственной локальной подсети во время эксплуатации.
- (9) [SxPA-NET-0030] SM-х должны быть способны сохранять полученную информацию о маршруте к корневым SxPA-компонентам, существующих в других подсетях.
- (10) [SxPA-NET-0031] SM-с должны запоминать маршруты к CAS, SxPA Lookup Service и другим SM-х до момента, когда маршрут был изменен или компонент был удален их системы.
- (11) [SxPA-NET-0032] SM-х должны быть способны динамически принимать изменение маршрутов и корректировать собственные локальные таблицы маршрутизации в соответствии с изменениями.
- (12) [SxPA-NET-0033] SM-х должны быть способны определять вышедшие из строя или вновь добавленные компоненты, удаляя связанный сервис из SxPA Lookup Service или присваивая адрес.
- (13) [SxPA-NET-0034] Вновь обнаруженные компоненты подсети должны получать адрес из блока адресов, выделенного для SM-х.
- (14) [SxPA-NET-0035] SM-х должны запоминать присвоение логического адреса, для каждого компонента. Если обнаружен новый компонент, у которого UUID такой же как и у ранее регистрировавшегося компонента, то такому компоненту должен присваивать логический адрес как и прежде. Это может случаться когда компонент отключается или впоследствии перезагружается после того, как процесс определения топологии уже был завершен.

#### **5.4.2 Соглашения о взаимодействии в сети**

- (1) SM-х может загружать сохраненную конфигурацию, прежде чем инициировать процесс обнаружения.
- (2) SM-х может запоминать свою текущую конфигурацию по запросу, с тем, чтобы такая информация могла быть перезагружена позже.

### 5.4.3 Маршрутизация

- (1) [SxPA-NET-0036] SM-х должны быть способны использовать адрес назначения из входящих SxPA-пакетов для идентификации пунктов назначения или пунктов своей подсети.
- (2) [SxPA-NET-0037] SM-х должны быть способны выполнять трансляцию входящих пакетов в манере, соответствующей протоколу подсети: пакет в подсети будет правильно направлен (будет иметь корректный маршрут) к выбранному пункту или множеству пунктов.
- (3) [SxPA-NET-0038] SM-х должны быть способны разбивать SxPA-пакет приходящий в подсеть, если этого требует протокол и ре-ассемблировать фрагментированные SxPA-пакеты, покидающие пределы подсети.
- (4) SM-х может идентифицировать себя как пункт назначения и удалять такие целевые входящие пакеты после обработки.
- (5) SM-х могут использовать SxPA Message Priority поле в SxPA-заголовке, чтобы планировать порядок обработки входящих пакетов.
- (6) [SxPA-NET-0039-о] Если поле SxPA Message Priority из SxPA-заголовка используется, то назначенный приоритет должен находиться в соответствии с методом, описанном в SxPA Logical Interface Standard (AIAA S-XXX-201X).
- (7) Если SM-х оперирует в подсети где возможна потеря передаваемых данных, пакеты могут отбрасываться из-за ограниченных ресурсов или ошибок. В этом случае SM-х может отбрасывать пакеты, если требуется, без информирования источника трафика или принимающей стороны. Разработчик должен иметь в виду, что любой пакет может быть отброшен во время передачи. Если простые методы доставки сообщений неприменимы, должен использоваться метод гарантированной доставки, описанный в стандарте SxPA Interface Standard, который позволяет источнику передавать повторно пакеты, если требуется. Требуется выполнять анализ стандартов протоколов адаптации подсетей, чтобы определить, что потеря пакетов в частном протоколе возможна.
- (8) [SxPA-NET-0040] SM-х должен быть способен к трансляции пакетов собственной подсети так, чтобы они могли быть верно направлены к пункту назначения за пределами своей сети. Средства, которые могут применяться (инкапсуляция, извлечения локального заголовка, добавление нового заголовка, трансляция адресов и т.д.) специфичны для каждого вида подсети и соответствуют спецификации адаптации подсети.
- (9) [SxPA-NET-0041] SM-х должен интерпретировать адрес 0x00000000 в SxPA сообщении как недопустимый, но должен обрабатывать сообщение без использования адреса. Такое условие может возникнуть во время процесса определения топологии сети, когда адреса еще не были присвоены.

- (9) [SxPA-NET-0042-о] Если SM-х должно сформировать SxPA-сообщение без действительных адреса источника или адреса назначения, SM-х должен использовать адрес 0x00000000.

## 5.5 Общие требования к маршрутизатору

Следующие требования и предположения применимы ко всем маршрутизаторам подсети SxPA-системы; более специфичные требования могут быть найдены в соответствующем стандарте адаптации SxPA-подсети.

- (1) Маршрутизатор в SxPA-сети может декодировать SxPA-сообщение, для извлечения дополнительной информации из заголовка сообщения для реализации алгоритмов дифференциации трафика, QoS или безопасности, но такое декодирование не является обязательным.
- (2) В зависимости от специфики протокола подсети, маршрутизатор в SxPA подсети может отбрасывать входящие пакеты при перегрузке или возникновении ошибки без оповещения о случившемся инциденте источника или пункта назначения. Метод гарантированной доставки обеспечивается согласно стандарту SxPA Interface standard, для определения потери пакета и пакет передается заново, если требуется.
- (3) Маршрутизатору в SxPA-сети можно не присваиваться UUID или логический адрес, если менеджер SxPA-подсети может организовывать маршрутизацию к конечным пунктам правильно без этого.

## 5.6 Общие требования к конечным пунктам

- (1) [SxPA-NET-0043] Конечный SxPA-пункт должен взаимодействовать с менеджером SxPA-подсети в соответствии со стандартом SxPA Logical Interface Standard (AIAA S-XXX-201X) и требованиями соответствующего стандарта адаптации подсети.
- (2) [SxPA-NET-0044] Конечный SxPA-пункт должен иметь возможность установки в любом месте подсети, где протокол совпадает.
- (3) [SxPA-NET-0045-о] Если конечный SxPA-пункт формирует SxPA-сообщение без действительных адресов источника и назначения, он должен использовать адрес 0x00000000.
- (4) [SxPA-NET-0046] Конечный SxPA-пункт должен интерпретировать адрес 0x00000000 в принятом пакете как неразрешенный адрес.

## **5.7 Генерация контрольной суммы SxPA**

[SxPA-NET-0047] Любое SxPA-сообщение, пересылаемое через физический интерфейс, должно иметь 16-бит контрольную сумму, которая генерируется и добавляется к завершающей части сообщения до передачи сообщения на интерфейс (см. SxPA Logical Interface Standard, AIAA S-XXX-201X, секция 5.1.7).

## 6 Перечень требований к адаптации локальной подсети

### 6.1 Требования к SM-L менеджеру

- (1) [SxPA-LOC-0001] SM-L менеджер должен использовать протокол UDP/IP для взаимодействия между SxPA-компонентами SxPA-L подсети.
- (2) [SxPA-LOC-0002] SM-L менеджер должен поддерживать отображение назначенных логических адресов для каждого SxPA-компонента собственной подсети и действительного UDP порта такого компонента.
- (3) [SxPA-LOC-0003] SM-L менеджер должен быть способен осуществлять реинкапсуляцию (перепакровку) и передачу SxPA-сообщений внутри собственной подсети к различным пунктам этой подсети (осуществлять локальную маршрутизацию).
- (4) [SxPA-LOC-0004] SM-L менеджер должен обеспечивать асинхронное обнаружение новых SxPA-L компонентов, посылая сообщение SxPALocalAck в ответ на сообщения SxPALocalHello и регистрируя компонент при помощи службы SxPA Lookup Service.

### 6.2 Требования к SxPA-L компонентам

- (1) [SxPA-LOC-0005] Все SxPA-L компоненты должны использовать протокол UDP/IP в SxPA-L подсети для организации взаимодействия между SM-L и другими SxPA-компонентами.
- (2) [SxPA-LOC-0006] Все SxPA-L компоненты (приложения, SM-X, CAS, LS) должны инициировать процесс обнаружения путем отправки сообщения SxPALocalHello на известный UDP порт SM-L (3500).
- (3) [SxPA-LOC-0007] Все сообщения передаваемые по SxPA-L подсети должны использовать формат, показанный на Рисунке 6-2.
- (4) [SxPA-LOC-0008] Для прохождения SxPA-сообщения по SxPA-L подсети, это сообщение должно быть инкапсулировано в поле полезных данных (cargo) SxPA-L пакета, как показано на Рисунке 6-3.

- (5) [SxPA-LOC-0009] SxPA-L сообщение должно быть инкапсулировано в поле полезных данных (cargo) SxPA-L пакета, как показано на Рисунке 6-4.
- (6) [SxPA-LOC-0010] Наличие SxPA-L заголовка обязательно для всех SxPA-L сообщений.
- (7) [SxPA-LOC-0011] Формат заголовка SxPA-L сообщения должен быть таким, как показано в Таблице 6-2.
- (8) [SxPA-LOC-0012] SM-L должен отправлять сообщение SxPALocalRoute в сторону SxPA-L компонента в ответ на сообщение SxPALocalRouteRequest.
- (9) [SxPA-LOC-0013] Компоненты, которые присутствуют в SxPA-L подсети, могут быть динамическими. Некоторые компоненты могут выключаться или сбивать время от времени. SM-L должен быть способен определять такие изменения и информировать основные службы о том, что компонент более не доступен.
- (10) [SxPA-LOC-0014] Формат SxPALocalHello сообщения должен быть таким, как описано в Таблице 6-3.
- (11) [SxPA-LOC-0015] Формат SxPALocalAck сообщения должен быть таким, как показано в Таблице 6-4.
- (12) [SxPA-LOC-0016] Формат SxPALocalRouteRequest сообщения должен быть таким, как показано в Таблице 6-5.
- (13) [SxPA-LOC-0017] Формат SxPALocalRoute сообщения должен быть таким, как показано в Таблице 6-6.

# 7 Перечень требований к адаптации SpaceWire подсети

## 7.1 Требования к SM-s

- (1) [SxPA-SPW-0001] SM-s должны поддерживать для каждого SxPA-компонента таблицы соответствий логических адресов и SpaceWire маршрутов к компоненту в пределах своей подсети.
- (2) [SxPA-SPW-0002] Для менеджеров в той же подсети, SM-s должны поддерживать соответствие между логическим адресом SM-s и маршрутом SpaceWire к менеджеру.
- (3) [SxPA-SPW-0003] SM-s должны быть способны осуществлять повторную инкапсуляцию и передачу в SpaceWire подсеть SxPA-сообщений, отправляющихся в пределах подсети к другому пункту назначения этой подсети (локальная маршрутизация).
- (4) [SxPA-SPW-0004] SM-s должны использовать символ "0xFE" чтобы отделить поля маршрута (SpaceWire path routing) пакета от остальной части SM-s заголовка и SxPA-сообщения.
- (5) [SxPA-SPW-0005] SM-s должны поддерживать обнаружение топологии и для подсетей с множественными маршрутами, чтобы обеспечить досягаемость некоторых или всех компонентов.
- (6) SM-s могут поддерживать (как опцию) использование множественных маршрутов к компоненту для уменьшения трафика или реализации QoS.
- (7) [SxPA-SPW-0006] SM-s должны обеспечивать возможность периодического обнаружения топологии с периодом установленным пользователем или повторять обнаружение топологии по прямому запросу от пользователя.
- (8) [SxPA-SPW-0007] Требуется предусмотреть возможность управлять периодом обнаружения топологии сети, вплоть до выключения процесса обнаружения.
- (9) SM-s может принимать и обрабатывать анонсы компонента SxPASpWEndpointPingReply от нежелательных конечных пунктов: выполнять запросы CAS, запросы функций Lookup Service или же может ожидать следующего момента запуска процесса обнаружения топологии.



- (10) SM-s должны быть способны выполнять все общие требования к SM-s, которые описаны в спецификации SxPA Networking Specification.
- (11) [SxPA-SPW-0008] SM-s должны передавать и принимать данные SpaceWire в соответствии со стандартом SpaceWire ECSS-E-50-12C.

## 7.2 Требования к SpaceWire маршрутизаторам

- (1) [SxPA-SPW-0009] Все SpaceWire маршрутизаторы SxPA-подсети должны отвечать требованиям предъявляемым к SpaceWire маршрутизатору стандарта SpaceWire ECSS-E-50-12C.
- (2) [SxPA-SPW-0010] SpaceWire маршрутизатор в SxPA-сети не должен использовать логический адрес 0xFE, так как это значение используется в качестве разделителя между полем маршрута (SpaceWire path routing) и SM-s заголовком, SxPA-сообщением.
- (3) [SxPA-SPW-0011] В процессе обнаружения топологии сети маршрутизатор должен отбросить любой пакет в котором первое поле (routing field) имеет значение 0xFE.
- (4) Маршрутизатор подсети SxPA SpaceWire может проверять SxPA-сообщение в контейнере SpaceWire пакета, чтобы распределять ресурсы для целей QoS, но может и не делать этого.

## 7.3 Требования к SxPA-компонентам SpaceWire

- (1) [SxPA-SPW-0012] Все компоненты конечного пункта должны отвечать на команды ping от менеджера.
- (2) [SxPA-SPW-0013] Компонент должен игнорировать пакеты, которые не начинаются с символа маршрутизации "0xFE", указывая, что конечный пункт является правильным назначением для пакета.
- (3) [SxPA-SPW-0014] При получении валидного SxPA-с пакета с адресом SxPA отправителя, установленным в "0", и если требуется ответ, компонент должен отвечать используя обратный маршрут SpaceWire, который был указан в заголовке пакета.
- (4) [SxPA-SPW-0015] SpaceWire SxPA-компонент не должен отвечать на пакеты, предназначенные для обнаружения маршрутизаторов.
- (5) [SxPA-SPW-0016] SpaceWire SxPA-компонент должен иметь доступ к таблице маршрутизации своего узла, чтобы позволить адресовать SpaceWire пакеты для SM-s на локальной подсети.

- (6) SpaceWire SxPA-компонент может поддерживать локальные таблицы маршрутизации, чтобы поддерживать прямые маршруты к другому компоненту в той же подсети, но это требование не является обязательным.
- (7) [SxPA-SPW-0017] SpaceWire SxPA-компонент должен иметь возможность быть установленным в любом месте подсети.
- (8) SpaceWire SxPA-компонент должен соответствовать всем общим требованиям перечисленным в спецификации SxPA Networking Specification.
- (9) [SxPA-SPW-0018] SpaceWire SxPA-компоненты должны передавать и принимать данные в подсети SpaceWire в соответствии со стандартом SpaceWire ECSS-E-50-12C.
- (10) [SxPA-SPW-0019] SxPA-S заголовок должен добавляться ко всему трафику, проходящему через SxPA-S сеть.
- (11) [SxPA-SPW-0020] Формат SxPA-S заголовка должен быть таким, как указано в Таблице 7-1.

Имя сообщения	SPA-S Header
Opcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	SPA-S заголовок

**Таблица 7-1.** SxPA-S Заголовок

Имя поля	Размер	Value	Description
Route	переменный	н/о	SpaceWire маршрут к компоненту.
Protocol Id	1	н/о	Идентификатор протокола SpaceWire.
Return Route	переменный	н/о	Null terminated SpaceWire маршрут от компонента.
Forward Route	переменный	н/о	Null terminated SpaceWire маршрут к компоненту.

Поле	Route
Описание	SpaceWire маршрут к компоненту.

Полное описание	SpaceWire маршрут указывается как серия номеров портов. Маршрут должен завершаться признаком конца маршрута SPA – символом “0xFE”. Адреса портов при путевой адресации удаляются маршрутизаторами и не присутствуют в пакете, достигшем точки назначения.
Размер	переменный
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле SpaceWire Protocol Id.

Полное описание	Байт идентификатора протокола SpaceWire используется для того, чтобы различать низкоуровневый протокол SPA-S и протокол SPA-сообщений и любой другой протокол, который используется в подсети, как, например, RMAP. До момента утверждения официальных протоколов 0xF7 будет использоваться для протокола сообщений SPA (SPA Messaging) и 0xF6 для сообщений SPA-S (SPA-S Messaging).
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---

Поле Return Route

Описание	Null terminated SpaceWire маршрут от компонента.
Полное описание	A null terminated SpaceWire маршрут от компонента обратно к компоненту, который послал пакет в подсеть.
Размер	переменный
Тип данных	uint8
Единицы	н/о

Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	Forward Route
Описание	Null terminated SpaceWire маршрут к компоненту.
Полное описание	A null terminated SpaceWire маршрут к компоненту.
Размер	переменный
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

- (12) [SxPA-SPW-0021] Заголовок SxPA-S сообщения требуется для SxPA-S сообщений низкого уровня.
- (13) [SxPA-SPW-0022] Формат SxPA-S заголовка должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-2.

Имя сообщения	SPA-S Message Header
Оrcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	заголовок SPA-S сообщения
Описание сообщения	Заголовок сообщения для низкоуровневого сообщения SPA-S протокола.

**Таблица 7-2.** Заголовок SxPA-S сообщения

Имя поля	Размер	Значение	Description
Message Length	2	н/о	Число байтов в сообщении.
Orcode	1	н/о	Уникальный orcode сообщения.

Поле	Message Length
Описание	Число байтов в сообщении.
Полное описание	Число байтов в сообщении.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	0
Диапазон	0–65535

Поле	Opcode
Описание	Уникальный opcode сообщения.
Полное описание	Opcode – уникальный идентификатор для сообщения.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	0-255

- (14) [SxPA-SPW-0023] Завершающая часть SxPA-S сообщения требуется для SxPA-S сообщений низкого уровня.
- (15) [SxPA-SPW-0024] Формат завершающей части SxPA-S сообщения должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-3.

Имя сообщения	SPA-S Message Footer
Opcode сообщения	
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	SPA-S Message Footer
Message Description	Завершающая часть SPA-S сообщения для низкоуровневого протокола сообщений SPA-S.

**Таблица 7-3.** Завершающая часть SxPA-S сообщения

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Checksum	2	0	16 бит контрольная сумма.

Поле	Checksum
Описание	16 бит контрольная сумма.
Полное описание	16 бит контрольная сумма содержимого SPA-S SPA-S сообщения низкого уровня.
Размер	2
Тип данных	uint16
Единицы	н/о
Установлено в	0
Диапазон	0–65535

- (16) [SxPA-SPW-0025] Формат сообщения SxPA SpaceWire Router Probe должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-7.

Имя сообщения	SPASpWRouterProbe
Оrcode сообщения	0x6A
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	проба SPA SpaceWire маршрута

**Таблица 7-7.** Сообщение для определения SpaceWire маршрута

Имя поля	Размер	Значение	Описание
UUID	16	н/о	Универсальный уникальный SPA идентификатор.

Поле	UUID
Описание	Универсальный уникальный SPA-идентификатор.

Полное описание	UUID – уникальный идентификатор, присваиваемый всем SPA-совместимым компонентам. Он уникален не только для конкретной SPA подсети, но и для всех SPA-сетей.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

(17) [SxPA-SPW-0026] Формат сообщения SxPA SpaceWire Endpoint Ping должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-8.

Имя сообщения	SPASpWEndpointPing
Оrcode сообщения	0x6B
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	ping конечного пункта SPA SpaceWire

**Таблица 7-8.** Ping сообщение в сторону конечного пункта SxPA SpaceWire

Имя поля	Размер	Значение	Описание
UUID	16	н/о	Универсальный уникальный SPA идентификатор.

Поле	UUID
Описание	Универсальный уникальный SPA-идентификатор.
Полное описание	UUID – уникальный идентификатор, присваиваемый всем SPA-совместимым компонентам. Он уникален не только для конкретной SPA подсети, но и для всех SPA-сетей.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о

Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

(18) [SxPA-SPW-0027] Формат сообщения SxPA SpaceWire Configure Topology Discovery должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-10.

Имя сообщения	SPASpWConfigureTopologyDiscovery
Opcode сообщения	0x6D
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	конфигурация процесса обнаружения топологии SPA SpaceWire

**Таблица 7-10.** Формат сообщения SxPA SpaceWire Configure Topology Discovery

Имя поля	Размер	Значение	Описание
Period	4	н/о	Период обнаружения топологии.
Units	1	н/о	Единицы периода обнаружения топологии <sup>1</sup>

Поле	Period
Описание	Периодичность обнаружения топологии.
Полное описание	Это поле устанавливает значение периода обнаружения топологии в единицах (units) секунд. Существует два специальных случая: немедленно и запрет.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о

<sup>1</sup>Описание поля "Units" отсутствует в оригинальном документе.



Диапазон	<p>(0) Немедленное обнаружение. Установка значения периода обнаружения в 0 побуждает SM-s немедленно инициировать процесс обнаружения. Установки для периодического обнаружения в SM-s сохраняются прежними, но счетчик для следующего периодического обнаружения сбрасывается.</p> <p>(<math>2^{32} - 1</math>) Запрет. Установка значения периода обнаружения в максимальное значение интерпретируется как запрет процесса периодического обнаружения. Дальнейший процесс периодического обнаружения топологии будет приостановлен до момента, когда новое сообщение SPASpWConfigureTopologyDiscovery не будет получено с установленным периодом в 0 или иным другим значением отличным от максимального.</p> <p>(<math>1...max - 1</math>) Периодическое обнаружение. Установка значения периода в любое значение отличное от 0 или максимально допустимого значения в единицах секунды приводит к сбросу счетчика и процесс обнаружения топологии сети повторяется с заданной частотой.</p>
----------	---

- (19) [SxPA-SPW-0028] Формат сообщения SxPA SpaceWire Assign Address должен соответствовать формату приведенному в Таблице *FIXME*.
- (20) [SxPA-SPW-0029] Формат сообщения SxPA SpaceWire Route Request должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-11.

Имя сообщения	SpaSpWRouteRequest
Opcode сообщения	0x6F
Версия SPA-протокола	1
краткое описание	запрос SPA SpaceWire маршрута

**Таблица 7-11.** Сообщение SxPA SpaceWire запроса информации о маршруте

Имя поля	Размер	Значение	Описание
fromLogicalAddress	4	н/о	Логический адрес компонента, который осуществляет запрос.
toLogicalAddress	4	н/о	Запрашиваемый адрес компонента назначения.

Поле	fromLogicalAddress
Описание	Логический адрес компонента.
Полное описание	Логический адрес источника в маршруте.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	toLogicalAddress
Описание	Логический адрес компонента.
Полное описание	Логический адрес назначения в маршруте.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

- (21) [SxPA-SPW-0030] Формат сообщения SxPA SpaceWire Route должен соответствовать формату приведенному в Таблице 7-12.

Имя сообщения	SpaSpWRoute
Opcode сообщения	0x69
Версия SPA-протокола	1
Краткое описание	SPA SpaceWire Route

**Таблица 7-12.** Сообщение SxPA SpaceWire с информацией о маршруте

Имя поля	Размер	Значение	Описание
----------	--------	----------	----------

UUID	16	н/о	Универсальный уникальный SPA идентификатор.
logicalAddress	4	н/о	Логический адрес компонента.
componentType	1	н/о	Тип SPA-компонента.
pathLength	1	н/о	Длина в байтах SpaceWire маршрута.
pathRoute	переменный	н/о	Путевой маршрут SpaceWire.

Поле	UUID
Описание	Универсальный уникальный SPA-идентификатор.
Полное описание	UUID – уникальный идентификатор, присваиваемый всем SPA-совместимым компонентам. Он уникален не только для конкретной SPA подсети, но и для всех SPA-сетей.
Размер	16
Тип данных	uint128
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	logicalAddress
Описание	Логический адрес компонента.
Полное описание	Логический адрес компонента к которому обеспечен SpaceWire путь.
Размер	4
Тип данных	uint32
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	ComponentType
Описание	Тип SPA-компонента, принимающего адрес.
Полное описание	Описание устройства, которое будет использовать адрес.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	(1) SPA Lookup Service – SPA Lookup Service (2) SM-L SPA Local Interconnect Manager (3) SM-x SPA Subnet Manager (not local interconnect) (4) SM Gateway – Gateway device bridging two SPA networks with different address spaces (5) Other – Other SPA component

Поле	pathLength
Описание	Длина в байтах SpaceWire маршрута.
Полное описание	Путевой маршрут SpaceWire неопределенной длины, поэтому ожидаемая длина задается здесь. Заметим, что 0xFE символ, требуемый для стандартной SPA-подсети, чтобы отделить маршрут от SPA-сообщения не включается в эту длину или в SPA-сообщение.
Размер	1
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

Поле	pathRoute
Описание	SpaceWire путевой маршрут.
Полное описание	SpaceWire путь к SM-s по указанному адресу.

Размер	переменный
Тип данных	uint8
Единицы	н/о
Установлено в	н/о
Диапазон	н/о

---