

КОНЦЕПЦИЯ

Развития сетей узкополосной связи по технологии LRWAN для сбора телеметрической информации на транспортной инфраструктуре, с учетом решений, разработанных в концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ» на территории Российской Федерации



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Минтранс России

СОДЕРЖАНИЕ

Основные понятия и определения, применяемые в Концепции:

АННОТАЦИЯ	2
1. Введение	4
2. Общая характеристика современного состояния транспортной инфраструктуры и основные проблемы, в части сбора, обработки и передачи телеметрической информации	5
3. Цели и принципы создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN	8
3.1. Цели создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN	10
3.2. Основные принципы создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN	10
3.3. Место сети сбора, передачи и обработки телеметрической информации на основе технологий LPWAN в ЕИТС транспортной системы страны	11
4. Основные направления и задачи создания сетей LPWAN на транспорте	13
4.1. Классификация сервисов, сетей и категорирование ОТИ в зависимости от степени внедрения сервисов на основе технологий LPWAN	13
4.2. Требования к федеральной сети LPWAN на транспорте и техническим средствам сети LPWAN	14
4.3. Правила создания, ввода в эксплуатацию и предоставления сервисов и услуг с использованием федеральной сети LPWAN на транспорте	16
4.4. Обеспечение функциональной и информационной безопасности сети LPWAN	16
4.5. Идентификация устройств LPWAN	18
4.6. Использование выделенных диапазонов частот для федеральной сети LPWAN на транспорте	20
4.7. Повышение эффективности построения федеральной сети LPWAN на транспорте	21
4.8. Использование спутниковых технологий при построении сетей LPWAN	22
4.9. Поддержка ответственного производителя при создании сетей LPWAN	23
5. Структура единой сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN.	24
6. Механизм реализации Концепции	28
7. Этапы реализации Концепции.	29
8. Библиография	31

1

Содержание

Основные понятия и определения, применяемые в Концепции:

Беспилотная авиационная система (БАС) – комплекс, включающий одно или несколько беспилотных воздушных средств, оборудованных системами навигации и связи, средствами обмена данными и полезной нагрузкой, а также наземные технические средства передачи/получения данных, используемые для управления полетом и обмена данными о параметрах полета, служебной информацией и информацией о полезной нагрузке такого или таких воздушных средств, и канал связи со службой управления воздушным движением (ГОСТ Р 57258-2016).

Базовая станция (БС) – системный комплекс приемоотправляющей аппаратуры, осуществляющей централизованное обслуживание группы оконечных абонентских устройств.

Базовый информационный сервис ЕИТС – сервис обеспечения безопасности транспортных процессов, включая передачу критически важной информации в системах управления и отслеживания перевозок опасных грузов.

Беспилотное воздушное судно (БВС) – воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот).

Взаимодействие вида «транспортное средство – инфраструктура» (V2I) – Vehicle to Infrastructure.

Взаимодействие вида «транспортное средство – транспортное средство» (V2V) – Vehicle to Vehicle.

Взаимодействие, объединяющее V2I и V2V (V2X) – Vehicle to everything.

Дополнительный информационный сервис ЕИТС – сервис повышения эффективности транспортно-логистической цепочки, включая коммерческий контроль качества транспортных услуг и автоматизацию управления транспортными процессами.

Единая информационно-телекоммуникационная среда (ЕИТС) – комплекс телекоммуникационных средств, технических средств, информационных процессов и ресурсов, обеспечивающих решение задач ТК.

Единая цифровая транспортно-логистическая среда (ЕЦЛГС) – среда взаимодействия участников транспортного процесса в информационной и юридической плоскости.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – система управления, интегрирующая современные информационные и телеметрические технологии и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретными транспортными средствами или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта (ГОСТ Р 56829-2015).

Основные понятия, применяемые в Концепции

2

Комплекс технических средств (КТС) – совокупность взаимосвязанных технических средств, предназначенных для автоматизированной обработки данных.

Транспортный комплекс (ТК) – объекты транспортной инфраструктуры, транспортные средства;

Объекты транспортной инфраструктуры (ОТИ) – технологический комплекс, включающий в себя: железнодорожные, автомобильные вокзалы и станции, метрополитены, тоннели, эстакады, мосты, морские терминалы, акватории морских портов, порты во внутренних водах, аэродромы, аэропорты, объекты систем связи, навигации и управления движением транспортных средств, участки автомобильных дорог, железнодорожных и внутренних водных путей.

Субъекты транспортной инфраструктуры – юридические лица, индивидуальные предприниматели и физические лица, являющиеся собственниками объектов транспортной инфраструктуры и (или) транспортных средств или осуществляющие их на ином законном основании.

Транспортные средства (ТС) – устройства, предназначенные для перевозки физических лиц, грузов, багажа, ручной клади, личных вещей, животных или оборудования, установленных на указанных транспортных средствах устройства, в значении, определенных транспортными кодексами и уставами.

Федеральная сеть ЛРМАН на транспорте (ФССТ) – составная часть ЕИТС – комплекс систем связи на основе технологий ЛРМАН.

Твёрдые бытовые отходы (ТБО) – предметы или товары, потерявшие потребительские свойства, наибольшая часть отходов потребления.

Сеть передачи данных (СПД) – совокупность оконечных устройств (терминалов) связи, объединённых каналами передачи данных и коммутируемыми устройствами (узлами сети), обеспеченными обмен сообщениями между всеми оконечными устройствами.

Телекоммуникационное оборудование российского происхождения (ТОРП) – статус телекоммуникационного оборудования, которое отвечает требованиям Министерства промышленности и торговли РФ (Минпромторг-РФ) согласно егг Приказу N 1032/397. Статус выдаётся по итогам прохождения комиссии, оформляется отдельным приказом Минпромторга РФ на конкретное изделие или серию и действителен 1 год.

Проектно-изыскательские работы (ПИР) – комплекс работ по проведению инженерных изысканий, разработке технико-экономических обоснований строительства, подготовке проектов, рабочей документации, составлению сметной документации для осуществления строительства (нового строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения) объектов, зданий, сооружений.

Строительно-монтажные работы (СМР) – работы по возведению и монтажу зданий и сооружений с применением готовых строительных конструкций на отдельно выделённом участке (территории).

Пусконаладочные работы (ПНР) – комплекс работ, выполняемых в период подготовки и проведения индивидуальных испытаний и комплексного опробования оборудования.

АННОТАЦИЯ

Основанием для разработки является государственный контракт №10718102 от 3 декабря 2018 г. между Министерством транспорта Российской Федерации и Федеральным судорествным учётным предприятием «ЗащитИнфоТранс» на выполнение работ по проекту Концепции развития сетей узкополосной связи по технологиям ЛРМАН для сбора телеметрической информации на транспортной инфраструктуре, с учётом решений, разработанных в Концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации, в целях обеспечения мероприятий №04.01.009.001 «Разработка проекта Концепции развития сетей узкополосной связи по технологии ЛРМАН сбора телеметрической информации на транспортной инфраструктуре, с учётом решений, разработанных в Концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации», плана мероприятий по направлению «Информационная инфраструктура» программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утверждённого Правительственной комиссией по использованию информационный технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 18 декабря 2017 г. №2).

1. Введение

Главная задача государства в сфере функционирования и развития транспорта определяется как создание условий для экономического роста, повышения конкурентоспособности национальной экономики и качества жизни населения через обеспечение доступа к безопасным и качественным транспортным услугам, превращение географических особенностей России в ее конкурентные преимущества [1].

Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года предусматривает, что интеграция в мировое транспортное пространство и реализация транзитного потенциала страны, являющаяся одними из ключевых целей развития транспортной системы РФ.

В настоящий момент транзитный потенциал не используется в полной мере по ряду причин, среди которых:

- административные барьеры, связанные с прохождением процедур государственного контроля транзита;
- недостаточное развитие интеллектуальных транспортных систем на международных транспортных коридорах;
- недостаточное взаимодействие с соседними государствами по вопросам ускорения международного транзита.

Для развития интеллектуальных транспортных систем необходимо использование современных информационных, телекоммуникационных и навигационных технологий, что обеспечит повышение эффективности, устойчивости и безопасности функционирования транспортного комплекса Российской Федерации. Применение этих технологий, по оценкам экспертов, позволит увеличить рост пропускной способности транспорта не менее чем на 25%, эффективность общественного транспорта – на 50%, грузооборот – на 5 - 10%, пассажирооборот - на 20%, а также снизить количество дорожно-транспортных происшествий до 60% на отдельных участках дорог и уменьшить время реагирования служб специального назначения в экстренных случаях [2].

Выполнение современных требований по обеспечению безопасности движения транспорта обуславливает необходимость решения задач по сбору, обработке и передаче телеметрической информации за счет сплошного покрытия транспортной инфраструктуры и предоставления сервисов телематики и непрерывного контроля перевозки грузов, мониторинга технического состояния объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств.

Существующее покрытие транспортной инфраструктуры сетями коммерческих операторов не в полной мере обеспечивает потребности транспортного комплекса для решения перечисленных выше задач по следующим причинам:

- отсутствие сплошного покрытия транспортной инфраструктуры сетями связи коммерческих операторов;
- отсутствие в сетях коммерческих операторов гарантий предоставления уровня обслужи-

5

Введение

вания (GoS – grade of service) и качества обслуживания (QoS – quality of service) с достаточной для функционирования телеметрических приложений на транспорте вероятностью предоставления сервиса (типовое значение вероятности в договорах об оказании услуг подвижной связи составляет ниже 97%). Указанные ограничения связаны с применением в сетях коммерческих операторов технологий выделения ресурса на принципах случайного множественного доступа (определяет вероятность установления соединения), что обуславливает снижение уровня сервиса с ростом числа абонентов в отдельно взятой базовой станции.

Перспективным направлением решения проблемы расширения зоны покрытия существующих сетей беспроводной связи в настоящее время является применение технологий класса LPWAN, принцип действия которых основан на повышении энергетического потенциала радиолинии посредством снижения скорости передачи данных. Таким образом, сетевые элементы на основе технологий класса LPWAN, предназначены для передачи небольших объемов данных (десятки байт) на относительно большие расстояния (10-15 км). Развитие сетей класса LPWAN предполагается и коммерческими операторами, что, несомненно, расширит зону действия беспроводных сетей связи для задач телематики в районах, где они существуют, но не решит проблему покрытия сетями связи транспортной инфраструктуры в малонаселенных районах Российской Федерации. Следует отметить, что в малонаселенных районах найдется и планируются к развитию важные объекты транспортной инфраструктуры, такие как: БАМ, Транссиб, Северный широтный ход (СШХ), большая часть внутренних водных путей (ВВП), Северный морской путь и др. Следовательно, для решения задачи обеспечения транспортной инфраструктуры Российской Федерации возможностью передачи телеметрической информации необходимо развёртывание сети связи дополняющей покрытие сетей связи коммерческих операторов.

В тоже время, требования к телеметрическим сервисам в транспортном комплексе стимулируются повышаемыми (относительно предъявляемых к коммерческим сетям) требованиями к характеристикам канала передачи данных. При этом ряд параметров должен выполняться с вероятностью 100%.

Кроме этого, необходимо решение задачи по обеспечению ситуационной осведомлённости пользователей беспроводных воздушных судов взлётной массой менее 30 кг (легкие БВС). Решение данной задачи требует обеспечение покрытия сетями беспроводной передачи данных удаленных малонаселенных территорий с обеспечением связи на высотах до 500 м. При этом использование традиционных методов радиотехнического обеспечения полетов затруднено по ряду причин, связанных с масштабируемыми и энергетическими характеристиками легких БВС.

Таким образом, повышение гарантии и качества предоставления услуг связи (относительно предоставляемых коммерческими операторами) на транспортной инфраструктуре является актуальной задачей.

Возможным решением указанной задачи может являться взаимодополняющее использование сетей LPWAN коммерческих операторов и федеральной сети передачи данных класса LPWAN транспортного комплекса Российской Федерации, основанной на применении следу-

Введение

6

- когдах принципов:
- использование выделенного частотного диапазоне;
 - беспроводной метод доступа к среде передачи данных (метод доступа с опросом);
 - закрепленные соединения (соединение непрерывно закреплено за абонентом на всем протяжении маршрута).

Таким образом, назрела необходимость развертывания на транспортной инфраструктуре Российской Федерации единой сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе технологий LPWAN, обеспечивающей требования к телеметрическим сервисам транспортного комплекса Российской Федерации, основанной на принципах взаимного доверия сетей, развертываемых на транспортной инфраструктуре и сетей коммерческих операторов.

- Использование современных технологий беспроводной связи, таких, как LPWAN, обеспечивает:
- эффективное и малозатратное развертывание сети передачи телеметрической информации на транспортной инфраструктуре;
 - возможность отказа от традиционных систем обеспечения контроля и безопасности движения, имеющих высокую эксплуатационную стоимость;
 - надежность и оперативность сбора, обработки и передачи телеметрической информации, обеспечивающих контроль местоположения транспортных средств;
 - развитие систем сбора телеметрической информации о состоянии подвижного состава и грузов на основе локальных сетей, организуемых в пределах железнодорожных составов, судов на внутренних и морских водных путях, грузовых и пассажирских автогородских средств;
 - повышение безопасности движения на основе контроля местоположения транспортных средств в реальном масштабе времени на основе навигационной информации ГЛОНАСС и технологий LPWAN.

2. Общая характеристика современного состояния транспортной инфраструктуры и основные проблемы, в части сбора, обработки и передачи телеметрической информации

Анализ существующих систем сбора, обработки и передачи телеметрической информации в транспортном комплексе определил следующие перспективные направления по использованию телеметрических услуг для железнодорожного, автомобильного, водного и воздушного транспорта. Ряд из перечисленных направлений на различных видах транспорта являются общими по функционалу, среди которых можно выделить следующие:

- поддержка подключенных автономных транспортных средств;
- удаленное управление транспортными средствами с использованием потокового видео;
- контроль технического состояния объектов транспортной инфраструктуры (мостов, эстакад, тоннелей, насыпей, дамб и т.д.);
- контроль состояния земной поверхности в сейсмически опасных районах в зонах размещения объектов и сооружений транспортной инфраструктуры (возникновение оползней, схода лавин, затоплений);
- мониторинг экологической обстановки в районе транспортной инфраструктуры;
- мониторинг местонахождения инвентаря стропой отчетности;
- мониторинг потребления тепла, электричества, топлива и других материальных ресурсов, используемых в производственных процессах на транспортной инфраструктуре;
- мониторинг местонахождения персонала на транспортной инфраструктуре;
- мониторинг состояния перевозки твердых бытовых отходов (ТБО), санкционных, опасных, спиртосодержащих и др. подлежащих специальному регулированию грузов;
- контроль за перемещением и состоянием перевозимых грузов с электронными идентификаторами/глобками для активной идентификации;
- мониторинг безопасности и сообщений охранной системы: резервирование каналов связи, контроль проникновения, контроль затопления помещений, контроль пожарной безопасности и пр.;
- оповещения о возникновении тревожных ситуаций (тревожная кнопка) и авариях;
- обеспечение передачи данных видов V2I, V2V и V2X.

Также определены перспективные направления по видам транспорта:

Железнодорожный транспорт:

- мониторинг целостности подвижного состава по информации о количестве осей;
- мониторинг целостности подвижного состава с использованием информации о местоположении хвостового вагона;
- мониторинг наполняемости вагонов с сыпучими грузами;
- мониторинг состояния букс подвижного состава;
- мониторинг состояния машиниста;
- системы оповещения работающих на путях о приближении поезда к месту проведения работ;
- передача маршрутных заданий;
- передача данных бесцветофорной автоблокировки.

Автомобильный транспорт:

- оповещение об авариях в зонах отсутствия или слабого покрытия сетями мобильной связи – расширение функционала ГИМС «ЭРА-ГЛОНАСС»;
- контроль за перемещением большегрузных автомобилей, расширение функционала системы СВЛ «ПЛАТОН» на зоны слабого покрытия сетями мобильной связи;
- мониторинг и контроль вывоза ТБО;
- передача информации на бортовые устройства подключенных транспортных средств;
- мониторинг состояния водителя.

Водный транспорт:

- мониторинг состояния водных путей (температура, обледенение, уровень воды, степень волнения, скорость ветра, интенсивность течения);
- мониторинг прохождения водных транспортных средств по контролируемым участкам водного пути с использованием активных идентификационных меток;
- резервные каналы передачи информации ограничения движения на участках водного пути на бортовые устройства водных транспортных средств.

Воздушный транспорт:

- функционирование внутрибортовых систем для контроля состояния перевозимого груза;
- мониторинг полетов и идентификация БВС;
- функционирование единой системы авиационно-космического поиска и спасания и взаимодействия с другими поисковыми и аварийно-спасательными службами транспортного комплекса, морского транспорта.

Для решения вышеперечисленных задач в настоящее время используются как выделенные (технологические) сети, так и сети коммерческих операторов.

Выделенные (технологические) сети строятся для каждого вида транспорта отдельно, имеют низкую степень интеграции между собой и являются не эффективными с экономической точки зрения, что связано с необходимостью обеспечения покрытия территории РФ различными стандартами связи, применяемыми в различных технологических сетях. Кроме того, указанные сети в первую очередь предназначены для управления движением транспортных средств и не предназначены для мониторинга перевозок грузов и технического состояния инфраструктуры.

Сети коммерческих операторов предоставляют телематические услуги, не соответствующие требованиям транспортного комплекса в части обеспечения сплошного покрытия транспортной инфраструктуры, уровня обслуживания (QoS – grade of service) и качества обслуживания (QoS – quality of service) для приложений обеспечения безопасности транспортного процесса.

Перспективной организацией систем сбора, обработки и передачи телеметрической информации в транспортном комплексе является примененная технология LPWAN, что позволит снять инфраструктурные ограничения для развития систем телематики, посредством большей дальности действия технологии LPWAN и, следовательно, относительно малой плотностью размещения базовых станций. Такой подход к построению сети обеспечит интенсивную и низкозатратную реализацию сервисов транспортной телематики, которые требуют передачи небольшого объема информации (десятки байт) с низкой связностью (единицы минут). Принципы создания такой сети приведены ниже.

9

Общая характеристика современного состояния транспортной инфраструктуры и основные проблемы в части сбора, обработки и передачи телеметрической информации

3. Цели и принципы создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN

3.1. Цели создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN

Основной целью создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN в транспортном комплексе РФ является обеспечение функционала, который не реализуется существующими технологическими и коммерческими сетями, а именно:

- сплошное покрытие транспортной инфраструктуры;
- создание сети с требуемой абонентской емкостью для каждого вида транспорта;
- предоставление сервисов телематики для непрерывного контроля перевозок грузов, мониторинга технического состояния объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств.

Создание сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN в транспортном комплексе РФ обеспечит решение следующих задач:

- контроль технического состояния объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств;
- мониторинг местоположения транспортных средств и грузов;
- передача критической информации для систем управления;
- контроль расходования материальных ресурсов.

Решение этих задач в целом позволит повысить:

- привлекательность транспортно-логистических услуг за счёт контроля качества (состояние, местоположение, динамика движения, выполнение нормативных требований и пр.);
- надежность грузовых перевозок за счёт снижения рисков порчи и потерь грузов;
- эффективность функционирования транспортного комплекса за счёт автоматизации управления транспортно-логистическими процессами;
- рентабельность транспортно-логистических услуг.

3.2. Основные принципы создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN

Основные принципы создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе технологий LPWAN в транспортном комплексе РФ:

- сеть LPWAN является сегментом единой информационно-телекоммуникационной среды (ЕИТС), которая представляет собой материальную основу реализации единой цифровой транспортно-логистической среды (ЕЛТЛС) в транспортном комплексе РФ;
- летние сервисов, реализуемых LPWAN, на два типа: обеспечение безопасности транспортного процесса (передача критически важной информации в системах управления и отслеживание перевозок опасных грузов) и повышение эффективности транспортно-

Цели и принципы создания сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LPWAN

10

- логистических процессов (контроль качества транспортных услуг и автоматизация управления транспортными процессами):
- Нормативное регулирование построения сетей LPWAN, включая частотное регулирование, при решении задачи обеспечения безопасности транспортно-логистических процессов;
 - единство технической политики при создании инфраструктуры, систем управления, систем безопасности;
 - масштабируемость сети с учетом потребностей по емкости, функциональным возможностям и пространству, адаптируемость к прикладным задачам;
 - преимущественное применение оборудования и программного обеспечения, разработанного и изготовленного в Российской Федерации (обладатель статуса TOP1);
 - функциональная и информационная безопасность приложенной обеспечения безопасности транспортных процессов;
 - управление и контроль сети LPWAN и ее элементов, включая подключенные устройства;
 - обеспечение уровня обслуживания и гарантии сервисов в соответствии с требованиями участников транспортно-логистических процессов.

3.3. Место сети сбора, передачи и обработки телеметрической информации на основе технологий LPWAN в ЕИТС транспортной системы страны

Системы сбора, обработки и передачи данных в интересах мониторинга и управления транспортной инфраструктурой и транспортными средствами в единой транспортной системе страны включают (рис. 3.3.1): устройства и оборудование, размещаемые на объектах транспортной инфраструктуры и транспортных средствах, оторную сеть передачи данных (СПД) и цифровую платформу.

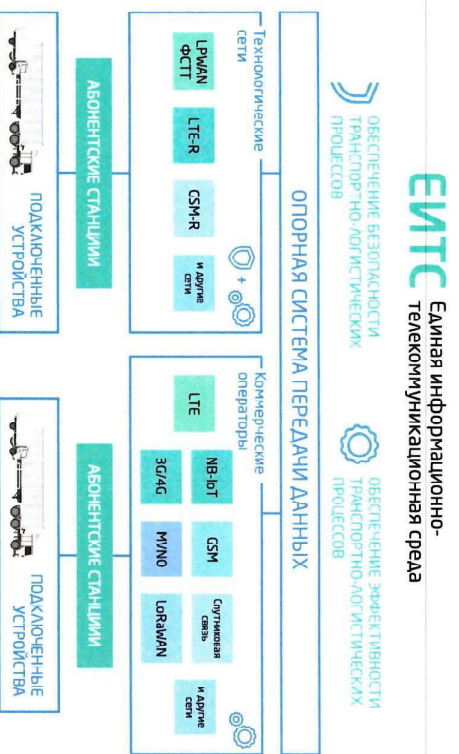


Рис. 3.3.1. Место сети сбора, передачи и обработки телеметрической информации на основе технологий LPWAN в ЕИТС

Единая информационно-телекоммуникационная среда ЕИТС транспортного комплекса является составной частью единой цифровой транспортно-логистической среды (ЕЦЛТС) и обеспечивает реализацию телеметрических услуг, соответствующих требованиям функциональной и информационной безопасности, для участников транспортного процесса и позволяет создавать прикладные системы мониторинга и управления на транспорте.

При этом ЕИТС не исключает подключения объектов с использованием сетей коммерческих операторов при соответствии указанных сетей требованиям к зоне действия (покрытие), функциональной и информационной безопасности, уровням качества и гарантии обслуживания, которые предъявляют пользователи такое подключение приложения транспортной телематики. Также подключения могут использоваться для сервисов, обеспечивающих повышение эффективности транспортно-логистической цепочки (контроль качества транспортных услуг и автоматизация управления транспортными процессами).

Для сервисов обеспечения безопасности транспортных процессов (передача критически важной информации в системах управления и отслеживания перевозок опасных грузов) должны использоваться технологические сети или сети, обеспечивающие требуемый для таких приложений уровень качества и гарантии обслуживания, а также функциональной и информационной безопасности.

На приведенных выше подходах должен строиться и сегмент сетей LPWAN входящих в состав ЕИТС.

Участники транспортно-логистического процесса, включая хозяйствующих субъектов и владельцев объектов транспортной инфраструктуры, на основе инструментов ЕЦЛТС и ЕИТС в целом и сетей LPWAN в частности, могут создавать собственные прикладные системы сбора, обработки и передачи данных, устанавливая собственные источники информации (датчики) и исполнительные устройства, подключенные к общей доверенной среде ЕИТС. Доступ пользователей к федеральной сети LPWAN на транспорте осуществляется посредством цифровой платформы.

Техническая эксплуатация сети LPWAN предоставляет собой комплекс технических и организационных мероприятий по поддержанию и восстановлению работоспособности сети в состоянии, при котором обеспечивается обслуживание всех потребителей с заданным качеством.

Организация эксплуатации федеральной сети LPWAN на транспорте может осуществляться оператором ЕИТС, оператором федеральной сети LPWAN и техническими службами владельцев объектов транспортной инфраструктуры.

4. Основные направления и задачи создания сетей ЛРМАН на транспорте

4.1. Классификация сервисов, сетей и категорирование ОТИ в зависимости от степени внедрения сервисов на основе технологий ЛРМАН

Классификация сервисов и объектов транспортной инфраструктуры, действующая в рамках настоящей Концепции, определяет обязательные и вытекаемые на добровольной основе требования к созданию информационных систем.

По назначению информационные сервисы делятся на:

- базовые сервисы обеспечения безопасности транспортных процессов (передача критически важной информации в системах управления и отслеживание перевозок опасных грузов);
- дополнительные сервисы повышения эффективности транспортно-логистической цепочки (контроль качества транспортных услуг и автоматизация управления транспортными процессами).

Информационные сервисы могут быть реализованы как на основе федеральной сети ЛРМАН на транспорте, так и коммерческими сетями ЛРМАН, при обеспечении требуемых для таких приложений уровней качества и гарантии обслуживания, а также функциональной и информационной безопасности. В зависимости от технологических возможностей сеть ЛРМАН на транспорте решает следующие классы задач:

- организация односторонней связи для передачи тематической информации;
- организация двусторонней связи с прямым каналом для передачи тематической информации и обратным каналом управления без ограничений по времени доставки; организация двусторонней связи с прямым каналом для передачи тематической информации и обратным каналом управления с гарантированным временем доставки.

В зависимости от реализации информационных сервисов, объекты транспортной инфраструктуры в рамках настоящей Концепции разделены на три категории:

- ОТИ первой категории – на ОТИ реализованы базовые и дополнительные информационные сервисы. Необходимый перечень информационных сервисов устанавливается НПА отрасли. Реализация только базовых сервисов или совмещение базовых и дополнительных сервисов осуществляется уполномоченным оператором.
- ОТИ второй категории – на ОТИ реализованы только базовые сервисы. Реализацию сервисов осуществляет уполномоченный оператор.
- ОТИ третьей категории – на ОТИ реализованы дополнительные информационные сервисы, не связанные с передачей критически важной информации и отслеживанием опасных грузов. Реализация таких информационных сервисов на ОТИ третьей категории допускается на основе сетей коммерческих операторов.

Введение предложенной классификации сервисов, сетей и объектов транспортной инфраструктуры позволит сформулировать и нормативно закрепить обязательные требования к

элементам ЕИТС, определить ответственность и полномочия владельцев объектов транспортной инфраструктуры, а также установить порядок построения и эксплуатации федеральной сети ЛРМАН на транспорте.

4.2. Требования к федеральной сети ЛРМАН на транспорте и техническим средствам сети ЛРМАН

Требования к федеральной сети ЛРМАН на транспорте являются определяющими при выборе технологий, оборудования и структуры сети ЛРМАН.

Требования к федеральной сети ЛРМАН на транспорте должны быть установлены в Документе «Общие технические требования к сетям ЛРМАН на транспорте», утверждённом Минтрансом России. В указанном документе должны быть определены следующие требования:

- функциональные требования;
- требования к качеству услуг;
- требования к построению сети;
- требования к надёжности;
- требования к безопасности;
- требования к масштабируемости;
- требования к взаимодействию с другими сетями;
- требования к контролю и управлению.

Указанная беспроводная сеть передачи данных технологии ЛРМАН должна обеспечить следующие функции:

- обеспечение подключения к информационной системе конечных устройств, расположенных на заданной территории;
- обеспечение приёма, передачи и хранения данных в информационной системе;
- централизация трафика в узлах сети агрегации;
- передача интегрального трафика по магистральной сети;
- взаимовыгодное управление техническим состоянием средств связи;
- централизованное управление трафиком (маршрутизация, пропускная способность, нагрузка);
- обеспечение функциональной и информационной безопасности;
- ведение пользовательской базы данных, управление подключенными пользователями, автоматический учёт трафика.

Состав требований к качеству услуг зависит от информационной системы. В общем случае для обеспечения качества услуг предъявляются требования к параметрам и характеристикам:

- пропускная способность канала и сети в целом;
- вероятностно-временные характеристики доставки информации: среднее время, максимальное время доставки, колёбане (джиттер) времени доставки;
- доступность услуги (гарантия и качество обслуживания);
- уровень вероятности потери пакетов.

<p>Требования к качеству сервисов и услуг федеральной сети ЛРМАН на транспорте должны обосновываться и устанавливаться на этапе разработки и утверждения документа «Общие технические требования к сетям ЛРМАН на транспорте», утвержденном Минтрансом России.</p> <p>Требования к построению сети и пропуску трафика должны отражать отраслевой, организационный и региональный принципы построения ТК РФ.</p> <p>Все технические средства, включая цифровые платформы, должны быть размещены на территории Российской Федерации.</p> <p>Порядок пропуска трафика по опорной сети должен предотвратить несанкционированный доступ к ней.</p> <p>Требования к надежности могут быть определены значениями коэффициентов готовности Кг, среднего времени наработки на отказ Тп и среднего времени восстановления Тв, определяемые прикладными задачами, но не хуже значений, приведенных в Приказе Минкомсвязи России от 27.09.2007 № 113 [12].</p> <p>Требования к функциональной и информационной безопасности зависят от информационной системы, обосновываются и формулируются на этапе ее проектирования в документе «Доказательство безопасности». Требования к безопасности федеральной сети ЛРМАН на транспорте должны учитываться как составная часть требований к безопасности всей информационной системы.</p> <p>В общем случае, требования к безопасности федеральной сети ЛРМАН на транспорте должны включать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • требования по обеспечению функциональной безопасности при передаче данных по каналам связи • требования по обеспечению информационной безопасности при передаче данных по каналам связи; • требования к межсетевому сегментированию; • требования к организации доступа через внешние устройства; • требования по аутентификации, аутентификации и управлению доступом к сети ЛРМАН; • требования к регистрации событий. <p>Требования к масштабированию включают требования по территориальному расширению зоны обслуживания сети и возможности наращивания пропускной способности.</p> <p>Требования к взаимодействию с другими сетями предъявляются в том случае, если федеральная сеть ЛРМАН на транспорте подключается к другим сетям или использует их ресурсы, и включают функциональные требования, требования к режимам сквезаной передачи данных и требования к интерфейсам.</p> <p>Требования к контролю и управлению включают обязательные требования к контролю параметров и управлению их изменениями. Глубина и детализация контроля определяется на этапе проектирования.</p>	<p>Требования к аппаратно-программным средствам формируются на основании требований к системе и разделяются на несколько групп:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функциональные требования; • требования к техническим характеристикам; • требования к надежности; • требования к электроснабжению; • требования устойчивости к воздействию климатических и механических факторов; • требования к эксплуатации. <p>Для подтверждения соответствия аппаратно-программных средств сегментов сетей ЛРМАН в составе ЕИТС, требованиями, установленными в документе «Общие технические требования к сетям ЛРМАН на транспорте», требуется организация отраслевой системы сертификации.</p> <p>Система сертификации должна определять:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технические требования к средствам связи и услугам, устанавливаемые в НПА отрасли; • перечень технических средств, сервисов и услуг, подлежащих обязательной сертификации; • органы сертификации, их полномочия, структуру и порядок аккредитации; • правила подтверждения соответствия технических средств связи; • требования к публичным сетям ЛРМАН, используемым для предоставления коммерческих услуг сбора, обработки и передачи телеметрической информации на транспорте регулируются документами отрасли связи. <p>4.3. Правила создания, ввода в эксплуатацию и предоставления сервисов и услуг с использованием федеральной сети ЛРМАН на транспорте</p> <p>Реализация критически важных информационных сервисов на транспортной инфраструктуре приводит к необходимости законодательного регулирования процессов создания и использования таких систем.</p> <p>Нормативной базой должны быть определены следующие правила построения и эксплуатации федеральной сети ЛРМАН на транспорте:</p> <ul style="list-style-type: none"> • порядок создания, ввода в эксплуатацию и эксплуатации технологических сетей, обеспечивающих критически важные сервисы; • порядок реализации базовых сервисов обеспечения безопасности транспортных процессов; • порядок реализации дополнительных сервисов, обеспечивающих повышение эффективности транспортных процессов; • порядок использования технологических сетей в коммерческих целях, для обеспечения самообслуживания федеральной сети ЛРМАН на транспорте; • порядок создания сетей ЛРМАН по операторской модели MVNO для реализации сервисов ЕИТС на сетях коммерческих существующих операторов; • правила взаимодействия с внешними телекоммуникационными и информационными системами. <p>4.4. Обеспечение функциональной и информационной безопасности сети ЛРМАН</p> <p>Федеральная сеть ЛРМАН на транспорте выполняет задачи, связанные с критически важными информационными сервисами, обеспечивающими безопасность транспортного процесса,</p>
<p>15</p> <p>Осуществление управления и администрирования сетью ЛРМАН на транспорте</p>	<p>15</p> <p>Осуществление управления и администрирования сетью ЛРМАН на транспорте</p>

входит в контур управления транспортным комплексом и обеспечивают передачу информации экономического характера. В этой связи на всех этапах проектирования ЕИТС в целом и создания и эксплуатации сети ЛРМАН на транспорте в частности должны выполняться меры по обеспечению информационной безопасности.

При выборе мер по обеспечению информационной безопасности в рамках построения систем обработки и передачи информации в транспортном комплексе должны учитываться особенности эксплуатации, используемые технологии обработки и передачи информации, используемые каналы связи, а также должны учитываться требования федеральных законов, нормативно правовых актов Российской Федерации и отраслевых стандартов в сфере информационной безопасности.

Требования по информационной безопасности, предъявляемые к системам в целом и к отдельным её компонентам, должны определяться исходя из класса автоматизированной/илиги информационной системы, перечня защищаемой информации, степени её конфиденциальности, актуальных угроз безопасности информации, определенных по результатам разработки моделей угроз и нарушителя для конкретных создаваемых (модернизиремых) систем. При этом необходимо обеспечить функциональную безопасность радиоканала передачи данных ЛРМАН при отправке критически важной информации для систем управления и мониторинга. Функциональная безопасность регулируется стеком стандартов ГОСТ Р МЭК 61508 «Функциональная безопасность систем электрических, программируемых электронных, связанных с безопасностью».

Функциональная безопасность для радиоканала передачи данных в соответствии с национальным стандартом ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012 определена в разделе 7.4.11 «Дополнительные требования к передаче данных» указанного стандарта.

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 61508, в случае если при реализации функции безопасности используются средства передачи данных, то должна быть оценена мера отказов (такая как коэффициент необнаруженных ошибок) коммуникационного процесса с учетом ошибок передачи, повторения, исключения, вставки, повторного упорядочивания, искажения, задержки и неадекватного проинковования. Эта мера отказов должна быть учтена при оценке меры отказов функции безопасности из-за случайных отказов. При этом, термин «неадекватное проинковование» означает, что истинное содержание сообщения не идентифицировано правильно (например, сообщение от элемента, не связанного с безопасностью, идентифицировано как сообщение от элемента, связанного с безопасностью).

Для обеспечения гарантии необходимой меры отказов (такой как, например, коэффициент необнаруженных ошибок) коммуникационного процесса, должны быть реализованы в соответствии с требованиями национально-го стандарта ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012. При этом допускается два возможных подхода:

- канал связи должен быть полностью разработан, реализован и для него проведена процедура подтверждения соответствия в соответствии со стандартами серий ГОСТ Р МЭК 61508 и ГОСТ Р МЭК 61784-3 «Промышленные сети. Профили. Часть 3-1. Функциональная безопасность полевых шин. Дополнительные спецификации для SFF 1. Такой канал в терминологии стандарта ГОСТ Р МЭК 61508 называется «белый канал».

- части канала связи не разрабатаны, или для них не проведена процедура подтверждения соответствия в соответствии со стандартами серии ГОСТ Р МЭК 61508. Такой канал в терминологии стандарта ГОСТ Р МЭК 61508 называется "черный канал". В этом случае для того, чтобы гарантировать обработку отказа, коммуникационный процесс должен быть осуществлен с помощью Э/Э/ПЭ подсистем или элементов, связанных с безопасностью, которые взаимодействуют с каналом связи в соответствии с МЭК 61784-3 или стандартами серии МЭК 62280 (по мере необходимости).

Стандарты функциональной безопасности используют термины:

- SIL – Safety Integrity Level (уровень полноты безопасности, УПБ). Один из четырех отдельных этапов определения требований к надежности функций системы обеспечения безопасности в системах E/E/PE. К системам E/E/PE относятся электрические/электронные/программируемые электронные системы. При этом уровень SIL 4 является наивысшим, а уровень 1 – самым низким уровнем полноты безопасности.
- SCL – safety complication layer (коммуникационный уровень безопасности, КУБ). Уровень коммуникации, включающий все необходимые меры для обеспечения безопасной передачи информации в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61508.
- SC – safety connection (безопасное соединение): соединение, которое применяет протокол безопасности для транзакций коммуникации.
- SD – safety data (безопасно передаваемые данные): данные, передаваемые через безопасную сеть, используя протокол безопасности.

При этом коммуникационный уровень безопасности не гарантирует безопасность самой информации, а только то, что она передается безопасно.

В соответствии с указанным выше, для обеспечения необходимого уровня полноты безопасности системы, использующие сеть ЛРМАН для передачи данных, радиоканал должен соответствовать необходимому коммуникационному уровню безопасности.

В случае если сеть ЛРМАН используется для приложения обеспечения транспортной безопасности, то система безопасности федеральной сети ЛРМАН на транспорте должна разрабатываться с учетом требований Постановления Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2016 г. N 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности».

4.5. Идентификация устройств ЛРМАН

Различные технологии ЛРМАН в частности и в технологиях «Интернета вещей» в целом имеют различные размерности и форматы адреса подключаемых устройств. Таким образом, адрес устройства в сетях сети ЛРМАН не может служить основой для идентификации цифровых объектов/устройств в ЕИТС. В то же время, идентификация устройств в сетях ЛРМАН и в сетях «Интернета вещей» в целом, должна быть совместима и гармонизирована с международными и национальными рекомендациями по идентификации цифровых объектов. При этом адрес устройства в сети «Интернета вещей», в том числе и в сети ЛРМАН должен быть одним

из полей метаданных цифрового объекта, по которому возможен поиск самого объекта в реестре цифровых объектов ЕИТС.

Система идентификации цифровых объектов подключенных к ЕИТС по сети L7MAN должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- Должно обеспечиваться выполнение нескольких функций идентификации: персонализация, поиск оборудования, безопасность и доверенность;
- цифровая платформа транзитивна и должна быть интегрирована с другими платформами;
- принципы функционирования системы идентификации должны быть неизменны на протяжении не менее 10 лет;
- Должна обеспечиваться масштабируемость системы идентификации на основе применения распределенной и открытой архитектуры, использования стандартных протоколов и процедур; отсутствия ограничений на добавление объектов;
- Должна обеспечиваться уникальность и неповторимость идентификаторов объектов

Наиболее полно предъявляемым выше требованиям к системе идентификации отвечает архитектура DOA (Digital Object Architecture - архитектура цифровых объектов), принципы которой могут быть использованы для решения вопросов идентификации в сети L7MAN. Идентификация подключенных устройств в данном случае реализуется на основе архитектуры цифровых объектов (DOA - Digital Object Architecture) с использованием идентификаторов цифровых объектов типа DOI (Digital Object Identification) и определена стандартом ISO 26324:2012[7].

В архитектуре DOA используется ключевое понятие – цифровой объект. Цифровой объект в общем случае является уникальным документом. Его описание приведено в международной рекомендации МСЭ-Т X.1255 [8]. Для управления цифровыми объектами используются три архитектурных компонента:

- система идентификаторов и резолюции (разрешения идентификатора в актуальный адрес / URI) цифровых объектов;
- хранилище доступа и управления цифровыми объектами;
- реестры для поиска и обнушения объектов.

Каждый из компонентов может использоваться самостоятельно, но в комбинации они обеспечивают распределенную и масштабируемую систему управления информацией:

Формат идентификатора имеет вид:

[GHR.LHS/LocalID]

где: GHR.LHS – префикс; GHR- код глобального реестра дескрипторов, LHS – код локальных сервисов обработки;

LocalID – суффикс; идентификатор, назначаемый локальной службой обработки.

Такая система назначения идентификаторов позволяет:

- использовать 2-х уровневую систему определения местоположения описания цифрового объекта, используя префикс (GHR.LHS);
- обрабатывать информацию о состоянии идентифицируемого объекта (местонахождении

- объекта физическом или логическом, условия использования объекта, информацию для подтверждения аутентичности объекта, публичные ключи шифрования и т.д.);
- при установке локального сервиса (LHS) создавать пару ключей, публичный отправлять в GHR, а локальному сервису выдать префикс и права на изменение записей;
- гарантировать отсутствие дублирования идентификаторов.

Администрирование префиксов выполняется международной организацией DONA Foundation (международная некоммерческая организация, занимающаяся развитием стандартов цифровых объектов). Система администрирования идентификаторами в Российской Федерации не установлена. Тордаком, определенным DONA Foundation, в Российской Федерации может функционировать администратор глобальных справочников GHR и LHS. Таким образом, административная система выделения идентификаторов для ЕИТС может быть реализована в виде иерархической структуры (рис. 4.5.1).

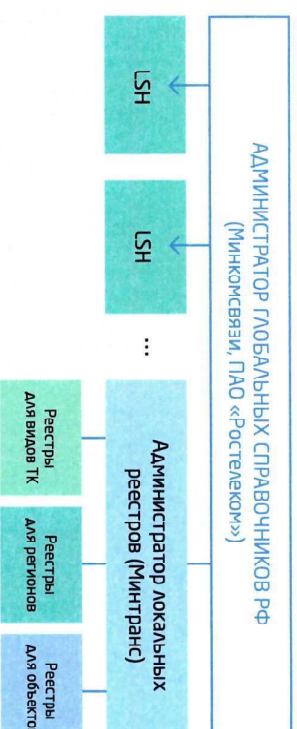


Рис. 4.5.1. Административная система идентификации для ЕИТС

4.6. Использование выделенных диапазонов частот для федеральной сети L7MAN на транс-порте

Федеральная сеть L7MAN на транспорте использует выделенный для целей построения сети сбора, обработки и передачи телематической информации радиочастотный ресурс: 863-865/874-876 МГц (выделен Решением КРЧ от 30.11.2018 о выделении полос 863-865/874-876 МГц для федеральной системы транспортной телематик). Данный диапазон в первую очередь должен использоваться для передачи критически важной информации в системах, к которым предъявляются повышенные требования функционально безопасности по достоверности, целостности и времени доставки.

Элементы федеральной сети L7MAN на транспорте могут использоваться для целей построения сети сбора, обработки и передачи телематической информации на локальных объектах радиочастотный ресурс в полосах, выделенных для применения специализированных устройств малого радиуса действия: 433,92 МГц и 149,975-150,05 МГц, 866 – 868 МГц, 868,7 –

869,2 МГц и другие диапазоны частот, возможность и условия использования которых определены действующими решениями ГКРЧ.

Элементы федеральной сети ЛРМАН на транспорте могут использовать выделенный для целей построения сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации технологии NB-10T радиочастотный ресурс в диапазонах частот.

Допускается для решения задач федеральной сети ЛРМАН на транспорте использовать сети операторов подвижной радиотелефонной связи (ПРС) построенные по технологии NB-10T и сетей ЛРМАН стандарта LoraWAN с использованием операторской модели M2M, при соблюдении требований по функциональной и информационной безопасности.

Требования к технологическим и выделенным сетям хозяйствующих субъектов транспортного комплекса устанавливаются внутренними нормативными документами предприятий при условии соблюдения отраслевых документов Минтранса России и Минкомсвязи России, а также требований по функциональной и информационной безопасности. Для разворачивания таких сетей могут использоваться как частотные диапазоны, регулируемые решениями ГКРЧ для устройств малого радиуса действия, так и частоты, выделенные для федеральной сети ЛРМАН на транспорте, при условии оформления возможности использования выделенного диапазона.

4.7. Повышение эффективности построения федеральной сети ЛРМАН на транспорте

Повышение эффективности построения и использования федеральной сети ЛРМАН на транспорте достигается за счёт применения следующих мер:

- использование энергоэффективных технологий ЛРМАН для снижения стоимости создания ЛРМАН сегмента EITC;
- совместное использование телекоммуникационной инфраструктуры ЛРМАН для информационных систем различных пользователей;
- возможность ведения коммерческой деятельности, предоставления сервисов и данных на взаимозачётной основе.

При построении сети сбора, обработки и передачи телеметрической/телеметрической информации на транспортной инфраструктуре должен быть использован опыт построения и функционирования государственных телеметрических и информационных систем на транспорте, имеющих распределённую инфраструктуру и различные модели реализации сервисов и услуг. К таким системам относятся ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС», СВТ «ПЛАТОН», информационные системы, сети связи и передачи данных ОАО «РЖД» и др. Основные объёмные показатели информационных систем следующие: ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» имеет более 80 региональных узлов, СВТ «ПЛАТОН» - более 400 узлов, ОАО «РЖД» - более 13-тысяч узлов.

При выработке вариантов работ и предоставлении услуг оператором федеральной сети ЛРМАН на транспорте, предоставляющим услуги по сбору, обработке и передаче телеметрической информации с транспортной инфраструктуры, необходимо учитывать следующее:

- выделение полос частот 863-865 и 874-876 МГц для построения инфраструктуры узлополосной ЛРМАН сети для сбора, обработки и передачи телеметрической информации на транспортной инфраструктуре (Решение ГКРЧ № 18-47-05 ДСП1 от 30.11.2018);

- наличие альтернативных технологий и протоколов ЛРМАН, которые могут быть использованы в случаях, где это может быть оправдано или целесообразно, например, UWB, XNB, LoraWAN, NB-10T, LTE-M и другие;

• наличие альтернативных публичных сетей ЛРМАН, в том числе на основе технологий NB-10T и LoraWAN, которые на конкурентной основе могут предоставлять услуги по сбору, обработке и передаче телеметрической информации на транспортной инфраструктуре, при условии выполнения требований по обеспечению функциональной и информационной безопасности и других требований, приведенных в соответствующем разделе настоящей Концепции.

Для повышения эффективности построения и эксплуатации в составе EITC федеральной сети ЛРМАН на транспорте возможно использование следующих моделей работы оператора:

- оператор является сервисной компанией по предоставлению услуг мониторинга состояния объектов транспортной инфраструктуры, транспортных средств и грузов;
- оператор связи (владелец частотного ресурса и инфраструктуры ЛРМАН), предоставляет услуги по передаче информации от датчиков/сенсоров пользователям в информационных системах пользователя (телеметрические услуги), через сеть радиосвязи ЛРМАН, принадлежащую оператору;
- оператор связи (владелец частотного ресурса), обслуживает сеть (фрагмент сети), построенную за счёт пользователя. В стоимость услуги входят затраты на техническую эксплуатацию сети пользователя и использование частот.

4.8. Использование спутниковых технологий при построении сетей ЛРМАН

В настоящее время наметился значительный интерес со стороны спутниковой индустрии к технологии «Интернета вещей». Так, в комплексной программе развития космической информационной инфраструктуры Российской Федерации «Сфера» функционал «Интернета вещей» выделена в отдельную систему. Техническое задание на перспективную спутниковую систему «Гонец» предусматривает среди прочих предоставляемых услуг и услугу «Интернета вещей». Кроме того, существует значительное число зарубежных проектов, ориентированных на этот сегмент рынка.

Например, в 2016 году «Импатвар» (международная компания спутниковой связи) и «Тигуар» (региональный оператор спутниковой телефонной связи) вступили в Lora альянс (международный некоммерческий альянс направленный на развитие сетей LoraWAN), а «EliteSat Communications» (холдинговая компания акционерного общества EliteSat S.A., оператор спутниковой связи) стал инвестором проекта SigFox (сеть ЛРМАН стандарта UWB). В 2017 году «Импатвар» приступил к реализации на своей сети LoraWAN стратегии по внедрению услуг IoT/M2M на глобальном уровне на таких направлениях, как управление активами, нефтегазовый сектор, сельское хозяйство.

В КНР реализуется несколько проектов низкоорбитальных спутниковых систем: Xingyun и Nongyun, ориентированных на рынок IoT/M2M.

Достаточно большое количество проектов низкоорбитальных IoT/M2M систем находится в стадии экспериментальной отработки и в других странах.

Существует два сценария использования технологий спутниковой связи в целях создания

спутниковых сегментов Интернета вещей. В первом случае спутниковый сегмент выступает в роли транспортной сети для базовых станций Интернета вещей. Такой подход реализуется уже в настоящее время, например, в рамках контракта между АО «Спутниковая система «Гонец» и компанией «Вавиот» (ООО «Телематические Решения»).

Кроме того, в качестве каналов спутникового сегмента могут выступать каналы отечественных спутниковых систем связи на геостационарной орбите на основе космических аппаратов серий «Экспресс» и «Ямал» Кв- и Ka-диапазонах частот, а также каналы зарубежных спутниковых систем связи, работающих на территории РФ («Irmateq», «Tritel», «Iridium», «Globalstar»).

Второй сценарий предполагает непосредственную передачу информации с датчиков Интернета вещей на космический аппарат. При этом базовая станция может размещаться на космическом аппарате и передавать информацию в наземный сегмент (космический аппарат с обработкой на борту) или базовая станция размещается на земле и связывается с конечными устройствами (источниками информации или исполняющими устройствами) через космический аппарат без обработки на борту.

Потребность в спутниковой системе с целевой функцией M2M/IoT имеется, и обслужена необходимостью реализации сервиса транспортной телематики в районах, где разветвленная наземных сетей затруднительно или экономически нецелесообразно.

Для реализации проектов спутникового Интернета вещей по второму сценарию необходимо решить ряд научно-технических и регуляторных задач:

- согласование использования диапазона частот LРWAN для спутниковых систем Интернета вещей;
- адаптация модулей систем LРWAN для космического применения;
- создание преобразователей в S и Ka-диапазонах для модулей LРWAN;
- разработка алгоритмов функционирования спутниковых систем Интернета вещей в условиях большого доплеровского сдвига частоты (около 20 кГц в диапазоне 868 МГц, 50 кГц в S – диапазоне и 1 кГц в Ka-диапазоне).

4.9. Поддержка отечественного производителя при создании сетей LРWAN

Построение федеральной сети LРWAN на транспорте для ЕИТС подразумевает расширение рынка конечных устройств. В этой связи требуется принять меры по поддержке отечественного производителя технических средств и разработчиков программного обеспечения.

Таким мерам относятся:

- предоставление преимуществ отечественным производителям оборудования, обладающим статусом TOP1 при проведении закупочных процедур;
- разработка целевых программ, направленных на разработку нового оборудования;
- разработка национальных стандартов технологий, оборудования и процессов;
- ограничение ввоза иностранного оборудования в полсах частот разрешенных для создания ФСТТ;
- ограничения использования телекоммуникационного оборудования иностранного происхождения.

5. Структура единой сети сбора, обработки и передачи телеметрической информации на основе современных технологий LРWAN

Построение федеральной сети LРWAN на транспорте в составе ЕИТС осуществляется с учетом требований к телеметрическим информационным системам в транспортном комплексе на основе следующих принципов:

- централизация информационных систем, телекоммуникационных систем и систем управления;
- деление на уровни: информационных систем, опорных сетей передачи данных, сетей доступа;
- стандартизация и унификация элементов структуры;
- открытость архитектуры;
- расширяемость и масштабируемость;
- взаимосвязь с внешними телекоммуникационными системами.

Структурная схема ЕИТС с сегментами сети LРWAN приведена на рис. 5.1.

На уровне информационных систем выделяется информационная система транспортного комплекса и региональные информационные системы, информационные системы транспортных подсистем по видам транспорта (автомобильная, железнодорожная, авиационная, внутренних водных путей и др.), а также информационные системы отдельных объектов транспортной инфраструктуры. Основные цели централизации информационных систем: реализация мультимодальных перевозок, повышение эффективности и безопасности транспортной системы в целом, обеспечение взаимодействия информационных систем.

Необходимость централизации ЕИТС обоснована наличием единых систем и процессов:

- единая информационная система;
- единая магистральная сеть;
- единая система управления сетью;
- единая система безопасности.

Деление на уровни позволяет, с одной стороны, строить каждый уровень ЕИТС по своим принципам, а с другой стороны, обеспечивать стандартные и унифицированные правила взаимодействия различных уровней.

Открытость архитектуры позволяет на каждом уровне применять технические решения различных производителей и разработчиков программного обеспечения, использовать инфраструктуру различных организаций и операторов.

Расширяемость и масштабируемость достигается за счет применения опорной сети не ограниченной по территории, использующей единые принципы построения. В пределах одной территории технологически и организационно могут быть одновременно развернуты региональная, видовая (по видам транспорта) и объектовая сеть LРWAN.

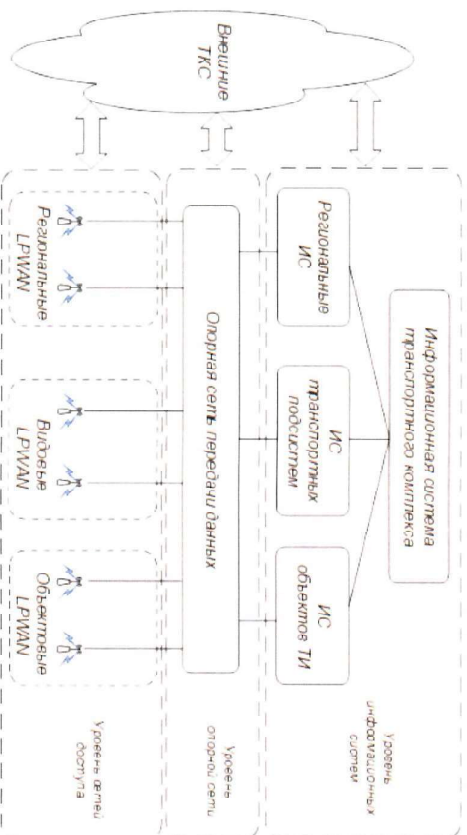


Рис. 5.1. Структурная схема ЕИТС

Опорная сеть передачи данных обеспечивает соединение технических средств сети радиодоступа LPRWAN с информационными системами и управление сетью.

Сеть передачи данных технологически и организационно делится на сегменты. Под сегментом понимается территориальный или видовой участок объектов ТИ. Структурная схема опорной сети передачи данных показана на рис. 5.2.

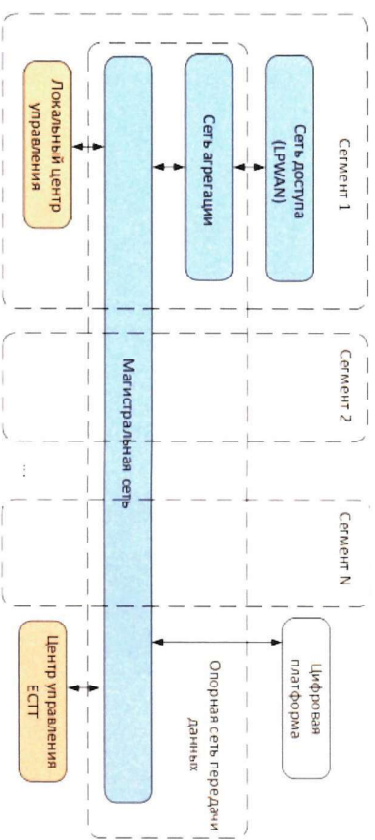


Рис. 5.2. Структурная схема опорной СПД

- сегмент имеет локальный центр управления сетью;
- опорная сеть включает сети уровня агрегации и магистрального уровня;
- сеть агрегации обеспечивает подключение и управление техническими средствами в пределах сегмента.

Конкретный тип технологии сети агрегации определяется на этапе проектирования. Магистральная сеть обеспечивает соединение сегментов и единое управление из центра управления ЕИТС. Магистральная сеть используется для целей подключения не только сегментов LPRWAN, но и других элементов ЕИТС.

Требования к магистральной СПД должны учитывать особенности всех задач ЕИТС. Основная технология магистральной сети – технология IP/MPLS. Линии связи строятся с применением ВОЛС. Для обеспечения резервирования применяется топология «кольцо». Допускается применять в качестве резервных радиорелейные и спутниковые линии. Для обеспечения передачи оптического сигнала с высокими скоростями на большие расстояния используются оптические системы уплотнения.

- Построение магистральной сети должно соответствовать следующим ключевым принципам:
- небольшие и работающие в режиме реального времени магистральные сети с возможностью гибкого предоставления ступенчатого качества услуг для различных применений;
 - гибкие механизмы для быстрой организации новых видов сервиса;
 - масштабируемость (увеличение числа узлов, производительности оборудования и плотности подключения);
 - централизация (максимально допустима централизация функций управления оборудованием/сетью и процессов технического обслуживания/эксплуатации);
 - типизация структурно-сетевых и технических решений;
 - унификация типов оборудования, номенклатуры интерфейсов, технологий.

Структура сети радиодоступа определяется технологическими особенностями LPRWAN.

Структурная схема сети радиодоступа на основе технологии LPRWAN представлена на рис. 5.3.

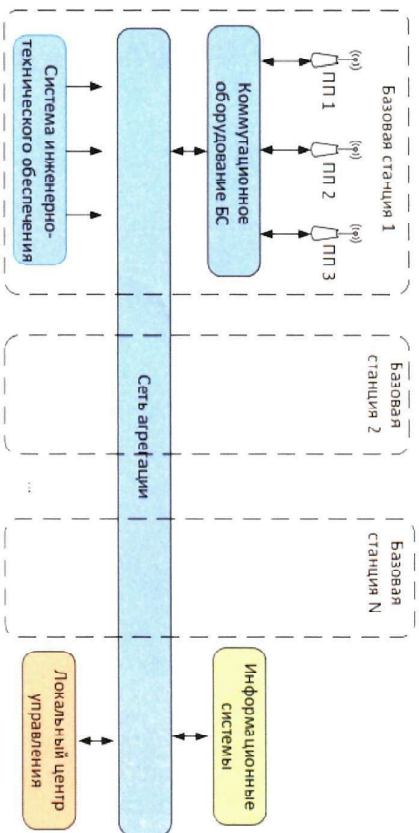


Рис. 5.3. Структурная схема сети радиодоступа LRMAN

Основной структурной единицей сети LRMAN является базовая станция. В неё входит приёмно-передающее оборудование (ПП) с антенно-фидерным трактом, коммутиационное оборудование, оборудование сети агрегации и оборудование инженерно-технического обеспечения.

Базовая станция обеспечивает обслуживание определённой территории. Площадь территории зависит от технических характеристик радиосооборудования и условий распространения сигнала. Расчёт зоны обслуживания осуществляется на этапе проектирования на основе международных рекомендаций или на основании данных производителя.

При частотном планировании сети технологии LRMAN допускается использовать Рекомендацию МСЭ-R Р.1545 «Метод прогнозирования для трасс связи «пункта с зоной» для наземных служб в диапазоне от 30 МГц до 3000 МГц».

Пропускная способность базовой станции определяется пропускной способностью канала и числом каналов (приёмс-передатчиков), установленных на базовой станции.

За расчётную величину пропускной способности принято количество сообщений в единицу времени, например, за секунду. Увеличение пропускной способности осуществляется за счёт увеличения числа приёмно-передатчиков на одной базовой станции. Пределная пропускная способность определена условиями применения РЭС LRMAN в Решениях Т.КРч.

Взаимосвязь с внешними телекоммуникационными системами может осуществляться на каждом уровне ЕИТС. На информационном уровне обеспечивается обмен телематической информацией или реалитями её обработки. На уровне опорной сети используются сетевые ресурсы. На уровне сети доступа может подключаться внешнее оконечное оборудование или использоваться частотный ресурс внешних сетей радиодоступа.

6. Механизм реализации Концепции

Реализация Концепции осуществляется путём разработки общих технических требований к сетям LRMAN на транспорте, получения необходимых частотных и материальных ресурсов, организацией деятельности операторов, построением сетей LRMAN.

Перечень мероприятий реализации Концепции и их последовательность приведена ниже.

- 1). Разработка общих технических требований к сетям LRMAN на транспорте, включающих:
 - классификация информационных сервисов и выделение критически важных из них;
 - определение требований к качеству информационных сервисов;
 - определения статуса телематической информации, полученной с объектов ТИ, порядка её использования, ответственности за хранение и распространение;
 - определения системы идентификации;
 - разработки требований к безопасности и системы её обеспечения;
 - организации деятельности операторов;
 - разработки порядка взаимодействия с Оператором связи, выполняющим функции по эксплуатации КТС.
- 2). Разработка и внедрение ключевых сервисов ЕИТС. Построение/расширение систем обработки хранения данных.
- 3). Построение сегментов LRMAN на приоритетных объектах ТИ. Организация взаимодействия сегментов LRMAN с внешними сетями и информационными системами.
- 4). Организация процедуры подтверждения соответствия оборудования ЕИТС требованиям Минтранса России.
- 5). Организация доступа к информационным сервисам со стороны других операторов и пользователей.
- 6). Реализация коммерческих сервисов, отработка бизнес-моделей деятельности операторов.
- 7). Разработка и массовое внедрение на объектах ТИ ответственного оборудования и программного обеспечения.
- 8). Расширение сети LRMAN, решение задач строительства новых объектов ТИ, интеграции сетевой инфраструктуры, информационных сервисов и взаимодействия различными операторами и пользователями ЕИТС.
- 9). Совершенствование и внедрение новых технологий класса LRMAN. Создание высококачественных сегментов СПД, использование технологий NB-IoT.

Сроки реализации концепции должны быть обоснованы соответствующими планами с учётом технико-экономических показателей.

7. Этапы реализации Концепции

Реализация Концепции спланирована на глубину 7 лет. План - график основных мероприятий приведен на рис. 7.1.

Работы первого этапа рассчитаны на срок с 2019 г. по 2021 г. В этот период разрабатываются и утверждаются общие технические требования (ОТТ) к сетям ЛРМАН, а так же реализуется пилотный проект на полигоне «Карталы – Красное».

Работы второго этапа рассчитаны на 3 года, начинаются в 2020 году, и включают в себя построение сегмента ЛРМАН на внутренних водных путях, участок транспортного коридора «Север – Юг», а так же автодорог М1, М1, М2, М3.

Работы третьего этапа рассчитаны на 3 года, начинаются в 2021 и включает в себя построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Бекасово – Лужская», а так же автодорог М4, М5, М7, М8. Работы четвертого этапа рассчитаны на 3 года, начинаются в 2022 и включает в себя построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Бекасово – Лужская», а так же федеральных автодорогах М11, М1, М2, М3.

Работы пятого этапа рассчитаны на 4 года, начинаются в 2023 и включает в себя построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Владивосток – Бекасово», «Забайкальск – Улан-Удэ», а так же федеральных автодорогах М4, М5, М7, М8.

Работы шестого этапа начинаются в 2024 году, рассчитаны на срок более 4 лет, и включают построение сегмента ЛРМАН на федеральных автодорогах Р-21, Р-23, Р-120, Р-120, Р-257, А-113, А-130, А-180, А-181, А-212, А-216, А-300, А-305, А-310, А-340, А-350, А-360, А-361, А-370, А-375.

№	Мероприятия	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	далее
1.	Разработка и утверждение ОТТ к сетям ЛРМАН								
2.	Построение сегмента ЛРМАН на приоритетных объектах транспортной инфраструктуры. Полигон «Карталы – Красное»								
3.	Построение сегмента ЛРМАН на внутренних водных путях. Участок транспортного коридора «Север – Юг»								
4.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Бекасово – Лужская»								
5.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Бекасово – Бронка»								
6.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Ореково-Зуево – Бекасово»								
7.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Кириши – Мга – Гатчина – Веймарн-Лужская»								
8.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Владивосток – Находка»								
9.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Забайкальск – Улан-Удэ»								
10.	Построение сегмента ЛРМАН на федеральных автодорогах М11, М1, М2, М3								
11.	Построение сегмента ЛРМАН на федеральных автодорогах М4, М5, М7, М8								
12.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Владивосток – Бекасово»								
13.	Построение сегмента ЛРМАН на полигоне «Бекасово - Новороссийск»								
14.	Построение сегмента ЛРМАН на федеральных автодорогах Р-21, Р-23, Р-120, Р-120, Р-257, А-113, А-130, А-180, А-181, А-212, А-216, А-300, А-305, А-310, А-340, А-350, А-360, А-361, А-370, А-375								

Рис. 11. План график реализации Концепции

8. Библиография

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р
2. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025
3. ГОСТ 34.201-89 Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем
4. ГОСТ 19.101-77 Единая система программной документации (ЕСПД). Виды программ и программных документов.
5. Приказ Минкомсвязи РФ от 09.03.2017 № 101 «Об утверждении Требований к проектированию сетей электросвязи»: утв. Министерством связи и массовых коммуникаций РФ, 09.03.2017.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 11779-1-2010 Информационная технология (ИТ). Регистры метаданных (РМД). Часть 1. Основные положения.
7. ГОСТ Р ИСО 26324-2015 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Система дискретных идентификаторов объекта.
8. Цифровая идентификация объектов: технология и не только/ под ред. Д. М. Белковского. - М.: Научное обозрение, 2016.
9. ГОСТ Р ИСО 26324-2015 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Система дискретных идентификаторов объекта.
10. Рекомендация МСЭ-T X.1255. Структура обнаружения информации по управлению определенным идентификатором.
11. ГОСТ Р 53728-2009 Качество услуги «Передача данных». Показатели качества/
12. Приказ Минкомсвязи РФ от 27.09.2007 № 113. «Об утверждении Требований к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования». Утв. Министерством информационных технологий и связи, 27.09.2007