

Принципы организации сети связи ГК «Российские автомобильные дороги»



И. А. Евстигнеев,
нач. отдела перспективных систем Департамента информационных технологий и интеллектуальных транспортных систем ГК «Автодор»



А. К. Канаев,
д. т. н., зав. кафедрой «Электрическая связь» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I



В. В. Шмытинский,
к. т. н., рук. Центра телекоммуникаций АО «Автодор-Телеком»

В статье рассмотрены принципы построения, структура сети связи, организация управления интеллектуальной транспортной системой. Приведены представления о месте системы связи в информационном пространстве, указаны особенности транспортной системы. Обсуждаются вопросы оптимизации управления, надежности сети.

Трудно представить современное общество без развитой транспортной инфраструктуры, важнейшим элементом которой рассматривается сеть федеральных автомобильных дорог. Благодаря реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. в транспортное строительство привлекаются значительные инвестиции, появляются новые автомагистрали и скоростные дороги, меняющие представление о качестве, безопасности и комфорте автомобильных перевозок.

Неотъемлемую часть современных автомобильных дорог составляют интеллектуальные транспортные системы (ИТС), объединяющие в техническом и технологическом комплексе подсистемы организации дорожного движения, обеспечения его безопасности, а также предоставления информационного сервиса для участников дорожного движения и потенциальных субъектов транспортного процесса. Субъекты ИТС — обобщенное понятие. Это физические и юридические лица, определяющие полный организационно-функциональный цикл ИТС: заказчики — разработчики — эксплуатационные предприятия — потребители ИТС услуг — контрольно-надзорные органы. Субъекты ИТС классифицируются следующим образом:

- держатели («владельцы») системы — государственный, региональный, ведомственный уровень; для дорог федерального значения, функционирующих на платной основе, обычно это Государственная компания «Российские автомобильные дороги» (далее ГК «Автодор»);
- операторы интеллектуальных функций транспортного процесса — государственный, рыночный уровень (операторы, осуществляющие эксплуатацию участков дороги);
- потребители ИТС-услуг — персональный уровень (участники дорожного движения, а также службы организации движения, автотранспортные предприятия, организации, выполняющие дорожные работы, службы скорой помощи и МЧС).

В мировой практике ИТС все более укрепляются в производственных процессах, оптимизируя грузовые и пассажирские перевозки, повышая безопасность дорожного движения, предоставляя транспортные сервисы, развивая технологии транспортных систем будущего.

Ключевым элементом системы управления, обеспечивающим ее функционирование в едином информационном пространстве, выступают сети связи. Место системы связи в информационном пространстве хорошо иллюстрируется представленной схемой (рис. 1).

Первое звено — это информационные ресурсы, генерация и утилизация информации прикладными процессами пользователей. Третье — хранение, обработка информации средствами вычислительной техники и отправка результатов. Главное связующее звено информационной цепи — сеть связи, выполняющая преобразование и передачу информации на расстояние.

В сети происходит преобразование любого сообщения (аудио- или видеосообщения, текста, данных и пр.) в информационный сигнал и транспортировка его в выбранные потребителем точки сети. Система связи (телекоммуникаций) в общем случае представляет собой сово-

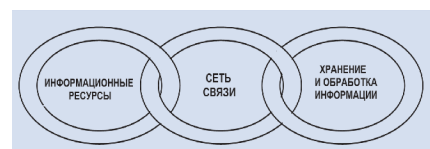


Рис. 1

купность организационно-технических средств, пронизывающих все информационное пространство. Управление — это осуществление определенных воздействий на объекты для формирования их целенаправленного поведения.

Транспортной системе — организационно-технической системе, находящейся под управлением, присущ ряд следующих особенностей:

- в сохранении транспортной системы как целостного объекта решающая роль принадлежит информационным связям (при взаимодействии системы управления и объекта управления через ресурсы сетей связи);
- транспортная система способна переходить в различные состояния (из перечня допустимых состояний) согласно управляющим информационным воздействиям, доставляемым до объектов управления через сеть связи;
- из допустимых (разрешенных) стратегий поведения транспортной системы система управления выбирает наиболее предпочтительную по тем или иным критериям;
- для таких комплексных систем (транспортная система — система управления ею) характерны определенные структуры, отражающие контуры управления, реализация которого на крупном распределенном объекте осуществляется через ресурсы сетей связи;
- такие системы функционируют целенаправленно;
- транспортная система открыта для внешнего воздействия, влияние окружающей среды (техногенного и природного характера) на нее и возможные последствия требуют непрерывного контроля состояния объекта (транспортной системы), поэтому необходима передача информации об объекте (видео, фото, датчики и т. д.) до центров управления посредством ресурсов сетей связи.

Управление транспортной системой необходимо, чтобы обеспечить оптимальное использование ее ресурсов при достижении поставленных целей: роста качества транспортных услуг, снижения затрат, повышения уровня безопасности, в частности, экологической. Это связано с решением ключевых задач, составляющих содержание управления в системах транспортного предприятия:

1. Непрерывный сбор, изучение и анализ поступающих данных.
2. Подготовка и принятие управленческих решений.

3. Разработка документов.

4. Доведение задач до исполнителей.

5. Организация и поддержание взаимодействия структурных подразделений.

6. Организация и проведение мероприятий обеспечения.

7. Организация и осуществление контроля функционирования.

Ключевые задачи 1, 4–7 можно решить только в том случае, если ресурсы сетей связи имеются на всей протяженности транспортной системы, между ее объектами и ситуационными центрами управления. Для реализации задач 2 и 3 также необходимы ресурсы сетей связи, чтобы осуществлять координацию и обмен данными при выработке решений и подготовке документов.

Таким образом, сети связи включены во все контуры управления, обеспечивают реализацию всех этапов цикла, а надежность сетей обеспечивает непрерывность и своевременность управления транспортной системой.

Процесс управления транспортной системой характеризуется рядом свойств, часть которых передается от его составляющих: процедур, операций, действий. Кроме того, формируются новые интегративные свойства достаточно стабильного состава. Уникальность того или иного процесса проявляется в составе и значениях показателей, отражающих указанные свойства. Приведем основные свойства, присущие процессам управления:

- адекватность;
- оптимальность;
- оперативность;
- устойчивость;
- непрерывность;
- скрытность.

Оптимизация управления, принятие наиболее целесообразного и обоснованного решения — задача весьма сложная. Это обусловлено рядом обстоятельств:

- неполнотой и недостоверностью исходных данных о текущей ситуации;
- сложностью и ограниченными возможностями описания ситуаций и инцидентов, так как трудно получить точные количественные данные;
- ограниченными возможностями проверки оптимального решения до начала его реализации вследствие неполноты применяемых моделей.

Качество управления зависит от обоснованности (адекватности) и оперативности (скорости) принимаемых решений. Для лучшего обоснования решений системе управления потребуется больше

времени, что снизит оперативность работы. Напротив, повышение оперативности может уменьшить время, отводимое на обоснование решений, что неизбежно скажется на их обоснованности. Путь разрешения этого противоречия — формулирование и решение необходимых оптимизационных задач. Выделяют два условия оптимального управления:

- управляющие воздействия в большинстве способов вырабатываются на основе информации о состоянии транспортной системы и внешней среды; чем большей информацией располагает система управления, тем более обоснованным может быть решение; однако на получение информации расходуются определенные ресурсы (количество датчиков, камер и т. д., что определяет высокие требования к пропускной способности сетей связи);

- наряду с информированностью системы управления большое значение имеет оперативность управления, т. е. оперативность сбора и обработки исходной информации и выработки управляющих воздействий; поэтому второе условие оптимальности управления — минимизация временных потерь на реализацию цикла управления.

Сети связи, выполняющие задачи по доставке информации (информационному обмену) между распределенными органами (пунктами) системы управления, относят к целенаправленным управляемым автоматизированным системам. Иерархическая схема сетей связи согласована со структурой управления транспортной системой.

В теории принятия решений имеется множество подходов к классификации решений, принимаемых в системах управления. Применительно к процессам управления в транспортной системе выделяют три типа решений: информационные, организационные и оперативные.

В общем случае информационные решения заключаются в диагностировании (распознавании) ситуации. Организационные решения должны формировать структуру планируемых к применению сил и средств. Оперативные решения состоят в выработке совокупности мероприятий, выполнение которых должно обеспечить приведение системы в плановое состояние.

Процесс выработки решения представляет собой преобразование исходной информации (информации состояния) в выходную (информацию управления). Следует учитывать, что трудоемкость математических и логических операций

преобразования прогнозируема и не велика при соответствующих вычислительных мощностях. Однако решение задачи сбора исходной информации от множества объектов, распределенных на большой территории, может вносить заметный вклад в длительность цикла управления (оперативность/скорость управления). Обеспечение оперативности (скорости) и обоснованности (адекватности) принимаемых решений в значительной степени определяется следующим:

- характеристиками сети связи, закладываемыми на этапе планирования;
- характеристиками, закладываемыми на этапе проектирования сети связи.

Все это обеспечит необходимую пропускную способность, надежность и устойчивость сети и функционирования ИТС в целом.

Телекоммуникационная система должна представлять собой комплекс технических и программных средств для оказания услуг связи всем службам и подразделениям эксплуатирующих организаций и ГК «Автодор», обеспечивая связность всех элементов ИТС, в частности, системы управления движением, сбора платы за проезд, и обеспечивать эффективность функционирования ИТС на основе предоставляемых ресурсов.

Сегодня создание единого информационного пространства усложняется тем, что участки дорог строятся и вводятся в эксплуатацию разрозненно. После анализа реализации проектов сетей связи установлены существенные различия между ними на разных участках автодорог по закладываемым ресурсам и отдельным решениям. На отдельных участках телекоммуникационные сети проектируются без увязки между собой. Не оптимизированы пути сбора информации в центры управления дорожным движением и распределения управляющей информации по удаленным участкам.

Отсутствие единого подхода трудно организовать систему регулярного мониторинга качества предоставляемых услуг, контроля объемов предоставляемых сервисов, мониторинга состояния телекоммуникационного оборудования. Эту задачу в значительной степени решает Генеральная схема связи ГК «Автодор», при реализации которой предполагается обеспечить взаимодействие всех существующих и потенциальных элементов, составляющих подсистемы ИТС.

Создаваемая телекоммуникационная сеть связи автомобильных дорог ГК «Автодор» рассматривается как открытая

развивающаяся система с расширяющимся набором сервисов, обеспечивающих безопасность передвижения, скорость и комфорт пользователям платных дорог.

Комплекс телекоммуникационных систем, составляющих схему связи ГК «Автодор», должен соответствовать положениям Федерального закона от 16.02.1995 № 15-ФЗ «О связи», Федерального закона от 30.03.1995 № 37-ФЗ «О ратификации Устава и Конвенции Международного союза электросвязи», а также постановлениям Правительства РФ, регулирующим правила построения и взаимодействия сетей связи на территории РФ.

Схема основывается на сложившейся структуре ИТС и программе развития ГК «Автодор». При этом необходимо обеспечить:

- требуемые уровни надежности;
- «гибкость», достаточную для развития сети, ее адаптации к изменениям направлений и величины информационных потоков;
- возможность охвата современными телекоммуникационными сервисами многофункциональных зон отдыха и других придорожных объектов;
- возможность взаимодействия с внешними информационными системами;
- системный подход для достижения максимального положительного эффекта от технических мероприятий;
- пропускную способность системы связи и передачи данных ГК «Автодор» при ее развитии с учетом необходимой надежности и мощности телекоммуникационных узлов;
- внедрение современных систем и методов управления и мониторинга;
- соответствие требованиям охраны окружающей среды.

Сеть связи должна строиться на следующих основных принципах:

- использование открытых стандартов при проектировании информационного обмена с использованием интеграционного слоя;
- возможность расширения, добавления новых систем в интеграционный процесс;
- гибкость, возможность использования различных протоколов и форматов данных;
- мониторинг каналов и оборудования узлов сети;
- минимизация внесения изменений в функционал автоматизированных систем при включении их в интеграционный процесс;

- масштабируемость, возможность территориального развития.

Выполнить указанные требования можно только при использовании современных и перспективных телекоммуникационных технологий. Наиболее эффективные из них включают решения для построения сетей связи следующего поколения.

Для сети связи ГК «Автодор» введено понятие «дорожная интегрированная сеть связи» (ДИСС). Это свидетельствует, что сеть связи предназначена для обеспечения функционирования всей сети автодорог, переданных в доверительное управление компании. Дорожная интегрированная сеть связи объединяет все подсистемы и сервисы, обеспечивающие функционирование автомобильных дорог (в частности, ее платных участков), связывает компоненты ИТС и распределяет информацию между ними для формирования управляющих воздействий и рекомендаций.

Интеграция в современных сетях подразумевает, во-первых, цифровизацию (все сообщения, информационные и управляющие сигналы передаются по сети в цифровом виде) и, во-вторых, мультисервисность (обеспечение работы разнородных информационных и телекоммуникационных систем и приложений в единой транспортной среде).

Согласно классическому определению в сети должны быть сетевые узлы (СУ) и сетевые станции (СС), соединенные между собой линиями передачи. Технические средства СУ обеспечивают функции организации каналов, их транзита и переключения по направлениям, а также подключения потребителей, расположенных на узлах или в непосредственной близости от них. Функции СС — подключение потребителей на местном уровне и формирование каналов и трактов для передачи информации СУ.

Сегодня в ГК «Автодор» структура управления ИТС функционирует на основе многоуровневой системы, объединяющей различные подсистемы ИТС автомобильных дорог, переданных в доверительное управление компании (рис. 2).

Верхний уровень ИТС — интегрирующая платформа, в рамках которой осуществляется реализация соответствующих сервисов: накопление входящих аналитических и статистических данных, обработка данных в целях принятия эффективных решений по управлению подсистемами, оперативное и ситуационное взаимодействие с внешними информационными системами. В основе верхнего

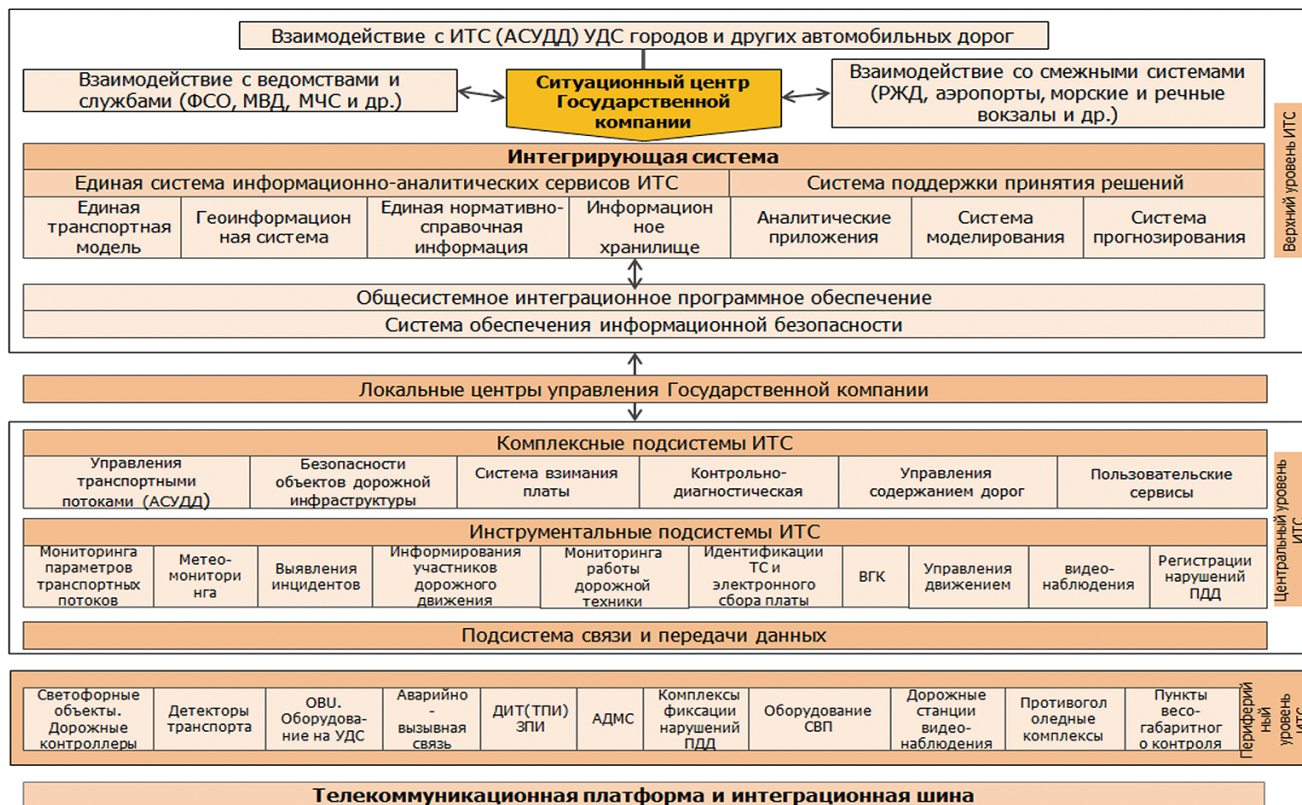


Рис. 2

уровня ИТС лежит ситуационный центр (СЦ) – интегрирующая система, общесистемное интеграционное программное обеспечение и система обеспечения информационной безопасности.

Основу центрального уровня составляют локальные центры управления (ЛЦУ). Именно на них базируются комплексные и инструментальные подсистемы ИТС.

Третий, периферийный уровень (нижний) формирует оконечное оборудование придорожной инфраструктуры: светофорные объекты, детекторы, оборудование системы взимания платы (СВП), дорожные камеры видеонаблюдения, противогололедные комплексы, пункты весогабаритного контроля и т. п.

Архитектуру ДИСС необходимо рассматривать в тесном взаимодействии со структурой и архитектурой системы управления не только отдельной автодорогой, но и всей ГК «Автодор», а также со структурой ИТС компании и реализуемыми сервисами различного уровня.

Основное звено системы управления на автодороге – ЛЦУ, который замыкает на себя управление всеми элементами ИТС-секции автодороги протяженностью 100–200 км и агрегирует трафик периферийных элементов (ПЭ) ИТС, а также организует подключение внешних пользователей по сети доступа и имеет выход

в сеть связи общего пользования (ССОП).

На ЛЦУ реализуются сервисы ИТС центрального уровня в рамках секции автодороги, связанные с управлением безопасностью дорожного движения, регулированием транспортных потоков, эксплуатацией и ремонтом автодорог, сервисы внешних пользователей (в частности, коммерческие) и т. д. На горизонтальном уровне ЛЦУ связаны между собой для обеспечения обмена оперативной информацией, связанной с управлением дорожным движением, объемом пропуска трафика в соседних секциях, а также в целях резервирования.

Несколько ЛЦУ в рамках одной автодороги, разделенной на секции, со всей дорожной инфраструктурой замыкаются на территориальные ситуационные центры (ТСЦ), осуществляющие функции контроля, сбора информации и общего взаимодействия по автодороге либо по ее секции на территории одного или нескольких регионов. На горизонтальном уровне ТСЦ также связаны между собой и замыкаются на СЦ ГК «Автодор», образуя уровень ситуационного взаимодействия ИТС. В штатном режиме на этом уровне осуществляется сбор, систематизация и анализ информации для оперативных служб и руководящего состава компании, а также реализуются сервисы верхнего уровня ИТС, связанные с разработкой и использованием систем прогнозирования, моделирования внештатных

дорожных ситуаций, ведения различных баз данных, созданием геоинформационных систем и т. д.

На уровне ситуационного взаимодействия выполняются выход в ССОП и взаимодействие с органами исполнительной власти (МВД, МЧС, ФСБ, Минтранса и т. д.): ТСЦ на региональном уровне, СЦ на федеральном. Локальные центры управления взаимодействуют со структурами МЧС на местном уровне.

Если ЛЦУ, как правило, территориально располагаются на одном из пунктов взимания платы (ПВП) непосредственно на автомобильной дороге, то ТСЦ не привязаны непосредственно к дороге, располагаются в городах и организуются на базе существующих территориальных управлений и филиалов Государственной компании.

Таким образом образуются два слоя ИТС:

- уровень управления от ПЭ к ЛЦУ и обратно с возможным взаимодействием ЛЦУ между собой;
- уровень ситуационного взаимодействия СЦ и ТСЦ с возможностью управления в чрезвычайных ситуациях.

Архитектура телекоммуникационной сети опирается на нижний уровень – уровень доступа. На этом уровне генерируется трафик от ПЭ ИТС, с помощью которых выполняется непосредственное управление дорожным движением (табло и знаки переменной информации, реверсивные

светофоры) и реализуются сервисы ИТС периферийного уровня: детектирование дорожной обстановки (параметры транспортного потока с помощью различных детекторов), сбор локальных метеоданных (температура и состояние дорожного покрытия, условия видимости и т. п.), сбор платы за проезд и стоянки, видеонаблюдение, идентификация транспортных средств, автоматизированное управление дорожным освещением и т. д.

Информация от ПЭ передается на коммутаторы, образующие сеть доступа — нижний уровень архитектуры сети. К сетям доступа относятся:

- сети доступа к придорожной инфраструктуре (CALM);
- сети для подключения периферийного оборудования ИТС;
- локальные сети на объектах придорожной инфраструктуры платных автодорог;
- сегменты сетей оперативной и технологической радиосвязи;
- сегменты сетей оповещения, радио- и телевидения;
- локальные сети внешних пользователей.

Коммутаторы сетей доступа расположены вдоль дорог.

Места расположения узлов устанавливаются по технологическим и функциональным признакам. Обобщенная структурная схема уровня доступа показана на рис. 3

Сети доступа строятся на основе проводных и беспроводных технологий. Расположение точек доступа или базовых станций определяется в соответствии с расчетами частотно-территориального плана. Проводные локальные сети строятся, как правило, с использованием технологий Ethernet.

Выше уровня доступа для взаимодействия ЛЦУ и СЦ организуются СУ, а также каналы или линии связи, образующие транспортную сеть (рис. 4).

Узлы агрегации (УА) организуются там, где необходимо собрать информацию для ЛЦУ. Территориальные сетевые узлы (ТСУ) формируются в местах, куда доставляется информация, необходимая для работы ТЦУ и центрального сетевого узла (ЦСУ), чтобы обеспечить функционирование главного СЦ. При этом максимальная пропускная способность и надежность каналов должна обеспечиваться на ветвях УА–ТСУ–ЦСУ. Это основа технологической сети ГК «Автодор», использующей ресурс сети связи и передачи данных для организации функционирования центрального аппарата



Рис. 3

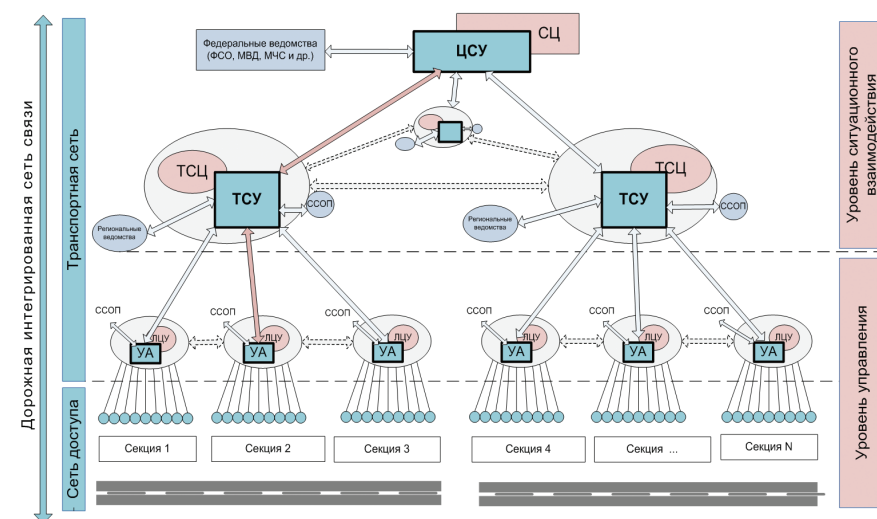


Рис. 4

компании, региональных и территориальных подразделений.

Совокупность этих ветвей и горизонтальные связи для информационного и технологического обмена соседних центров управления и резервирования составляют ДИСС. Можно выделить отдельную ДИСС для каждой дороги при условии, что каждая дорога представляет собой отдельную автономную единицу под общим руководством СЦ и соответственно ГК «Автодор».

Таким образом, архитектура ДИСС представляет собой двухуровневую иерар-

хическую структуру с ЦСУ и ТСУ и узлами агрегации, выполняющими роль СС (рис. 4).

Сеть доступа объединяет коммутаторы доступа, расположенные вдоль автодороги. Транспортная сеть объединяет узлы связи трех уровней: агрегации, территориальные и центральный. Связи между СУ должны организовываться как на базе собственной волоконно-оптической сети, так и на базе арендованных каналов, что обеспечивает резервирование (не менее двух альтернативных линий к каждому узлу), а следовательно, и надежность связи.

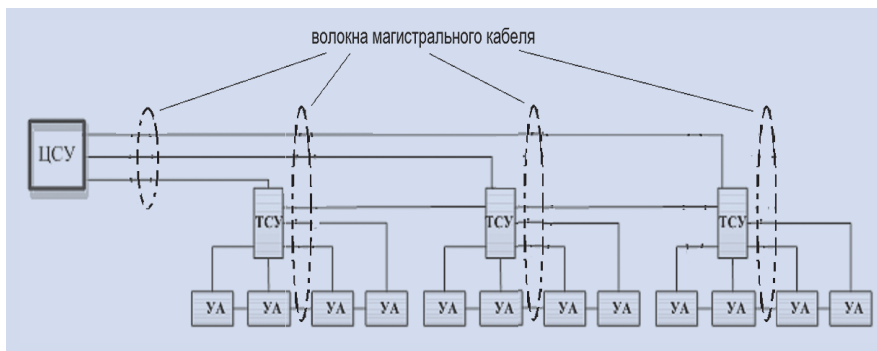


Рис. 5

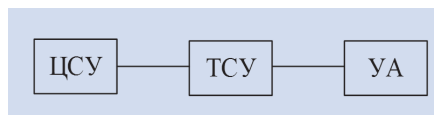


Рис. 6

Топологию сети определяет ее расположение вдоль автодорог. В структуре сети сохраняется иерархическая последовательность узлов ЦСУ–ТСУ–УА, однако все линии передачи между узлами параллельны друг другу.

Представленная на рис. 5 схема логических соединений реализуется по волокнам и/или волновым составляющим, находящимся в одном кабеле. Надежность такой структуры обусловлена фактическим соответствием типовой схеме, представленной на рис. 6.

В соответствии с СТО АВТОДОР 8.3–2013 кабельные магистрали, прокладываемые вдоль платных автодорог, состоят из двух кабелей: магистрального и кабеля доступа, к которому подключаются периферийные элементы ИТС, расположенные вдоль дороги.

Организация структур типа «плоское кольцо» в результате объединения резервных трактов в параллельно проложенном кабеле улучшает параметры надежности. Однако при этом остаются последовательные включения узлов в цепи УА–ТСУ–ЦСУ, а также риск одновременного повреждения кабелей (каналы построены по одной из сторон или в разделительной полосе дороги).

Наилучшим резервом будет независимый маршрут от одного УА секции, например ближайшего к ЦСУ (рис. 7), который можно организовать через сеть связи стороннего оператора. Это позволит существенно повысить надежность сети.

Раньше указывалось, что такие элементы сети, как оборудование ТСУ и кабель, в наибольшей степени влияют на снижение ее надежности. Поэтому резервная связь между ЦСУ и УА в обход ТСУ дает существенное приращение надежности. Из расчетов следует, что для сети ЦСУ–ТСУ–УА с резервом ЦСУ–УА коэффициент готовности $k_r = 0,99963$.

Дальнейшее повышение надежности возможно за счет внедрения средств автоматизации и мониторинга в систему управления сетью (УС) и использования дополнительных ресурсов внутриузлов резервирования, что приводит к снижению времени восстановления наиболее удаленных элементов сети, риск отказа которых определяет максимальное снижение надежности.

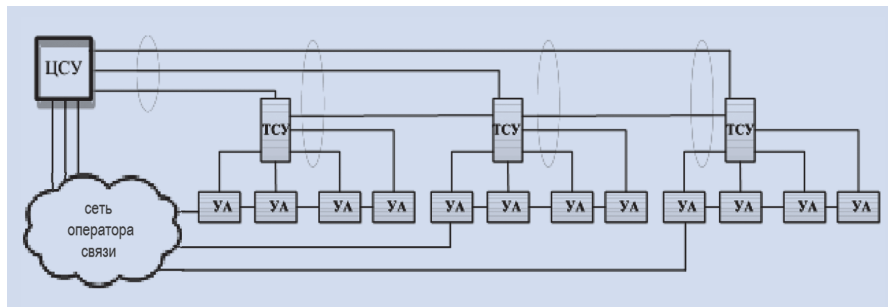


Рис. 7

Применение средств автоматизации и мониторинга позволяет существенно снизить допустимое значение времени на восстановление. Например, при $k_r = 0,995$ для критичного элемента сети (например, оборудования ТСУ или кабеля) оно составляет 44 ч/год. Если при использовании УС снизить допустимое значение времени на восстановление до восьми часов, то коэффициент готовности составит $k_r = 0,999$.

При обеспечении всех элементов сети (ЦСУ–ТСУ–УА с резервом ЦСУ–УА) соответствующими ресурсами УС сетевая надежность увеличится с $k_r = 0,99963$ до $k_r = 0,999998$.

По критериям надежности и стоимости наиболее целесообразным следует признать способ однократного структурного резерва (два независимых маршрута, основной: ЦСУ–ТСУ–УА, и резервный: ЦСУ–УА), а также организацию управления сетью для снижения времени восстановления элементов сети. ■

Литература

1. Евстигнеев И. А. Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России. – М. : Перо, 2015. – 164 с.
2. Сычев К. И. Модели и методы расчета показателей качества функционирования узлового оборудования и структурно-сетевых параметров сетей связи следующего поколения / К. И. Сычев, А. Н. Назаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : Изд-во ООО «Поликом», 2011. – 491 с.
3. Котенко И. В. Теория и практика построения автоматизированных систем информационной и вычислительной поддержки процессов планирования связи на основе новых информационных технологий. Монография / И. В. Котенко. – СПб. : ВАС, 1998. – 404 с.
4. Курносов В. И. Методология проектных исследований и управление качеством сложных технических систем. / В. И. Курносов, А. М. Лихачев. – СПб. :

Изд. «ТИРЕКС», 1998. – 495 с.

5. Привалов А. А. Метод топологического преобразования стохастических сетей и его использование для анализа систем связи ВМФ / А. А. Привалов. – СПб. : ВМА, 2000. – 166 с.
6. Некоторые методические подходы к оценке надежности элементов информационно-телекоммуникационных сетей / А. А. Зацаринный, А. И. Гаринин, С. В. Козлов // Системы и средства информатики. Вып.21. – М. : Наука, 2011. С. 21–33.
7. Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ (ред. 2018 г.)
8. ГОСТ Р 53111–2008 «Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки». – М. : Стандартинформ, 2009. – 19 с.
9. ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы».
10. СТО АВТОДОР 8.2–2013 «Элементы интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах Государственной компании».
11. СТО АВТОДОР 8.3–2013 «Технические и организационные требования к системам связи и передачи данных на автодорогах Государственной компании «Российские автомобильные дороги».
12. СТО АВТОДОР 8.5–2013 «Технические и организационные требования к телекоммуникационным сервисам Государственной компании «Российские автомобильные дороги»».
13. ISO 24531:2007 Intelligent transport systems – System architecture, taxonomy and terminology – Using XML in ITS standards, data registries and data dictionaries.
14. D31 European ITS Communication Architecture Overall Framework Proof of Concept Implementation.