

АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ

УДК 621.395.74

В. Г. ШЕВЧУК, доцент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; А. Н. БЕЛЬСКИЙ, магистрант, первый заместитель начальника службы, Служба сигнализации и связи Белорусской железной дороги, г. Минск

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ СВЯЗИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Показано, что для удовлетворения потребности по передаче информации всех эксплуатационных служб на Белорусской железной дороге необходимо проводить модернизацию систем связи и передачи данных с переходом на волоконно-оптические линии связи, технологии пакетной передачи данных в транспортной сети связи и централизацию процессов по содержанию устройств связи и передачи данных.

Удовлетворение потребностей по передаче информации всех эксплуатационных служб на Белорусской железной дороге диктует необходимость проведения модернизации существующих систем связи и передачи данных дороги. Это является актуальной задачей в связи с развитием Евро-Азиатской интермодальной транспортной системы с учетом экономических санкций, введенных против Союзного государства Беларуси и России, а также цифровизации экономики нашей страны.

Рассмотрим основные перспективные направления модернизации систем связи и передачи данных на Белорусской железной дороге.

1 Строительство волоконно-оптических линий связи.

Для построения цифровых сетей связи, соответствующих требованиям по пропускной способности и надежности, возможности резервирования каналов связи существующей первичной сети Белорусской железной дороги, необходимо строительство базовой инфраструктуры (волоконно-оптических линий связи) на участках:

– Брест – Жабинка – Лунинец (решение задач по бесперебойной работе каналов связи Брестского, Барановичского, Лунинецкого и Калинковичского железнодорожных узлов);

– Полоцк – Молодечно (решение задач по бесперебойной работе каналов связи Витебского, Полоцкого, Молодечненского железнодорожных узлов);

– Лида – Молодечно (решение задач по бесперебойной работе каналов связи Лидского железнодорожного узла);

– Витебск – Езерище (решение задач по бесперебойной работе каналов связи Минск – Москва).

При реализации ВОЛС на данных участках необходимо предусматривать укладку волоконно-оптического кабеля емкостью до 48 волокон для предоставления всех видов связи и организации передачи данных на основных объектах железнодорожной инфраструктуры (станциях, разъездах, остановочных пунктах, постах КТСМ и т. п.).

Строительство ВОЛС на остальных участках Белорусской железной дороги целесообразно осуществлять при необходимости замены выработавших свой ресурс кабельных, воздушных линий связи, систем передачи с комплексным решением задач по модернизации инфраструктуры железнодорожных участков.

2 Переход от транспортной сети SDH (с временным разделением каналов) к транспортной сети, использующей технологию пакетной передачи данных.

В настоящее время первичная сеть связи дороги построена на базе оборудования синхронной цифровой иерархии (SDH). Первые участки совместно с оборудованием Единой сети передачи данных (ЕСПД) были введены в эксплуатацию в 2004 г., что обуславливает высокий процент его износа (рисунок 1).

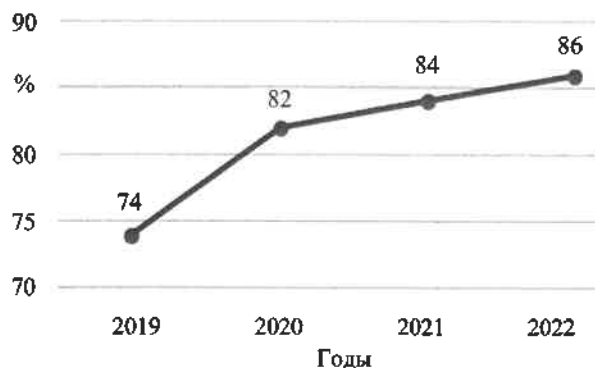


Рисунок 1 – Процент износа технических средств цифровой первичной сети связи и Единой сети передачи данных с 2019 г. по настоящее время

В связи с тем, что потребители услуг связи используют ресурсы первичной сети связи (транспортной сети) для построения сетей передачи данных (ЕСПД; сети передачи данных систем видеонаблюдения; сети передачи данных ИРЦ; телеуправление и телесигнализация объектов инфраструктуры служб электрификации и электроснабжения, сигнализации и связи; а также другие технологические и информационные системы различного назначения), для построения транспортной сети целесообразно использовать оборудование, работающее по технологии пакетной передачи данных. Использование технологии пакетной передачи данных на всех уровнях (транспортной сети и сети доступа) позволит уменьшить количество технических средств и в целом повысит надежность работы системы. На этапе перехода оборудование транспортной сети, использующее технологию пакетной передачи данных, должно быть совместимо с существующим оборудованием SDH.

При дальнейшем развитии, реализации механизмов информационной безопасности на транспортной сети

следует планировать применение типового активного сетевого оборудования [6].

Анализ работы ЕСПД показал ежегодное увеличение загрузки существующих магистральных каналов передачи данных, приближающееся на некоторых участках к максимальному значению (рисунок 2).

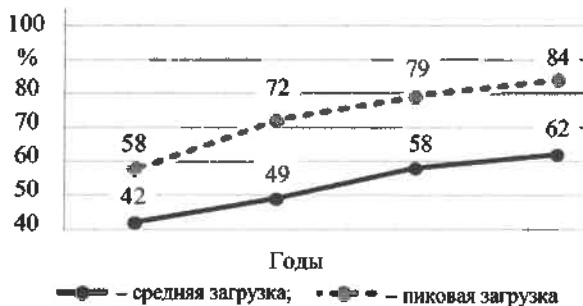


Рисунок 2 – Средняя и пиковая загрузки трактов ЕСПД с 2019 г. по настоящее время

Переход к строительству транспортной сети, использующей технологию пакетной передачи данных, позволит решить вопрос износа существующей ЕСПД и удовлетворения потребности пользователей информационных систем в пропускной способности ЕСПД.

3 Построение закрытых сетей передачи данных и вторичных сетей связи.

Для обеспечения надежной работы критически важных для функционирования железнодорожного транспорта закрытых сетей передачи данных и вторичных сетей связи (ДЦ, ТУ-ТС, ОТС и т. п.) такие сети следует строить с использованием выделенных оптических волокон, логически или физически изолированных сегментах транспортной сети, использующей технологию пакетной передачи данных. Эффективного использования волоконно-оптических линий связи (в первую очередь существующих) можно достичь за счет применения технологии спектрального уплотнения каналов (одноволновые SFP WDM модули, пассивные WDM мультиплексоры/демультиплексоры).

4 Модернизация сети оперативно-технологической связи.

В настоящее время на Белорусской железной дороге оперативно-технологическая связь реализована на базе TDM-сетей. В границах дороги установлены стационарные коммутаторы ОТС (465 комплектов), увязанные первичными цифровыми каналами уровня E1, каналами тональной частоты в аналоговых и цифровых системах передачи и физическими цепями кабельных и воздушных линий связи.

Но стоит отметить, что на некоторых станциях участков присутствуют коммутаторы устаревшего типа КАСС-ДСП, КАСС-ДСЦ (18 комплектов). Аппаратура данного типа, блоки и модули для нее, сняты с производства. В дистанциях сигнализации и связи имеется ограниченная номенклатура ЗИП. В связи с этим ограничены возможности по изменению конфигурации диспетчерских кругов. Замена данных станционных коммутаторов является приоритетной в области модернизации оперативно-технологической связи.

Дальнейшее развитие сети ОТС следует вести путем модернизации коммутаторов ОТС с переходом с аналоговых линий связи на цифровые (E1) в соответствии с

имеющимися ресурсами транспортной сети связи. Совместно с производителями оборудования (в том числе с локализованным производством в Республике Беларусь) Службой сигнализации и связи дороги ведется проработка вопросов, связанных с организацией линий ОТС в волоконно-оптических кабелях без применения стороннего оборудования линейного тракта, а также стыковки с сетями с пакетной коммутацией.

5 Модернизация сети автоматической телефонной связи.

Сеть автоматической телефонной связи включает 80 АТС цифровой, электронной системы и системы с пакетной коммутацией. На рисунках 3 и 4 приведены гистограммы, характеризующие динамику ее развития.

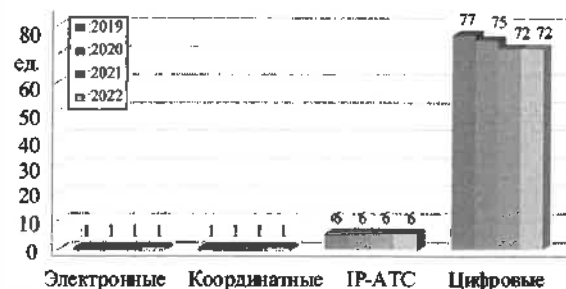


Рисунок 3 – Динамика количества АТС по типам с 2019 г. по настоящее время

В настоящее время 48 АТС (60 %) выработали свой срок эксплуатации. В том числе требуют оперативной замены АТС Гомельского (введена в эксплуатацию в 1995 г.), Минского (2000 г.) и Барановичского (2006 г.) железнодорожных узлов.

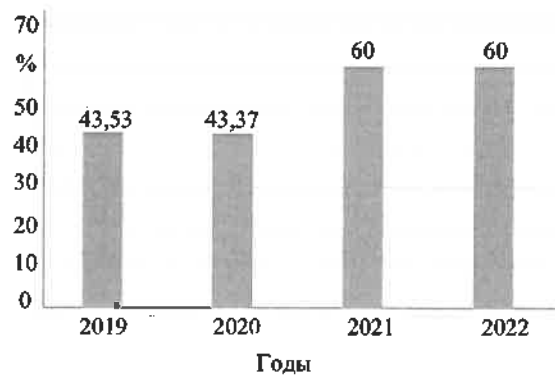


Рисунок 4 – Динамика амортизации АТС БЖД с 2019 г. по настоящее время

В связи с запретом, введенным странами ЕС, на поставку телекоммуникационного оборудования, дальнейшее развитие сети автоматической телефонной связи предполагает замену выработавших свой срок АТС на АТС производства Республики Беларусь или Российской Федерации, а также за счет перераспределения существующей свободной абонентской емкости. Преимущество при выборе производителя будет отдаваться отечественному производителю [1, 2]. На Белорусской железной дороге уже сформирована ремонтная база, имеется опыт эксплуатации отечественных цифровых АТС типа АТСЭ ФМ.

Произведен технико-экономический анализ вариантов замены АТС Гомельского железнодорожного узла

типа MD110. Были рассмотрены варианты приобретения новой АТСЭ ФМ на 2000 абонентов, перераспределения свободной абонентской ёмкости IMS-платформы (NGN) Могилевской дистанции сигнализации и связи, а также вариант закрытия АТС с передачей абонентов железнодорожной сети автоматической телефонной связи на обслуживание АТС РУП «Белтелеком». За основу для экономических расчётов бралась нагрузка на сеть телефонной связи абонентами за период с марта 2021 г. по февраль 2022 г. включительно.

В результате анализа установлено, что наиболее выгодным по экономическим показателям вариантом является перераспределение свободной абонентской ёмкости существующих АТС, при исключении АТС, выработавших свой ресурс. В данном варианте вывода из эксплуатации устаревшей АТС MD110 не происходит обновление технических средств сети автоматической телефонной связи, а решение проблемы переносится на некоторый срок.

Наименее выгодным с экономической точки зрения вариантом решения проблемы является передача абонентов железнодорожной сети автоматической телефонной связи на обслуживание АТС РУП «Белтелеком». В сравнении с расходами на приобретение и эксплуатацию новой АТС ёмкостью 2000 номеров за срок эксплуатации (15 лет) расходы на телефонную связь превысят таковые в сопоставимых условиях на 408 тыс. руб. (или на 32,04 %).

Программное и аппаратное обеспечение серверов IMS-платформ Могилевского и Витебского отделений дороги позволяет производить обработку вызовов до пятидесяти тысяч абонентов каждое с возможностью объединения платформ в единую систему для обеспечения отказоустойчивости. Дальнейшее развитие сети телефонной связи при изменении технической и экономической ситуации необходимо производить за счет строительства, а также расширения существующей IMS-платформы (NGN) на опорных станциях отделений Белорусской железной дороги.

6 Модернизация технологической радиосвязи.

Общая протяженность сети поездной радиосвязи в настоящее время составляет 5564 км, 230 станций из 363 оборудованы сетями станционной радиосвязи.

Анализ состояния эксплуатируемых технических средств технологической радиосвязи показывает, что в эксплуатации с истекшими сроками службы находится 18 % стационарных, 56 % локомотивных (возимых) и 50 % портативных (носимых) радиостанций.

Из находящихся в эксплуатации 2692 локомотивных радиостанций выработали срок службы 1505, или 56 %, из 1325 комплектов стационарных радиостанций поездной и станционной радиосвязи – 238 комплектов, или 18 %, из 7226 комплектов портативных (носимых) радиостанций – 3594, или 50 %.

В соответствии с СТП БЧ 19.366–2017 «Организация ремонта технических средств в хозяйстве сигнализации и связи, сроки службы и межремонтные сроки основных устройств и оборудования железнодорожной автоматики, телемеханики и связи» срок службы составляет: стационарных радиостанций – 20 лет, локомотивных радиостанций – 15 лет, носимых (портативных) радиостанций – 10 лет [3]. На рисунке 5–7 приведены гистограммы динамики состояния радиостанций.

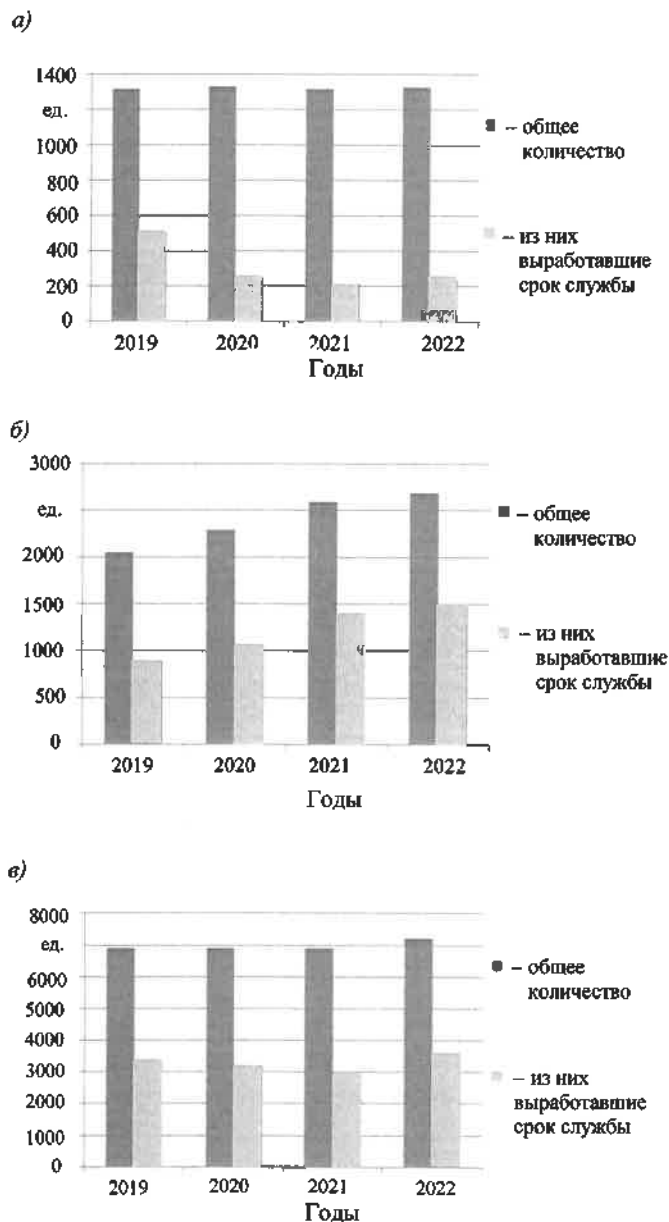


Рисунок 5 – Количество и износ радиостанций с 2019 по настоящее время: а – стационарных; б – возимых; в – носимых

Переоснащение парка радиостанций, особенно стационарных и локомотивных, необходимо проводить ввиду большой их изношенности, ухудшения эксплуатационных характеристик, увеличения количества отказов радиостанций, отсутствия производства запасных частей (РС-6, 4ЗРТС, 71РТС, 42РТМ, РВ-1.1).

Поездная радиосвязь организована в гектометровом диапазоне волн 2 МГц и является аналоговой. В данном диапазоне поездная радиосвязь имеет низкую помехозащищенность от промышленных помех, особенно при электротяге переменного тока с использованием подвижного состава с асинхронными двигателями, а также не позволяет реализовать передачу данных с подвижного состава.

Станционная (маневровая, горочная, ПТО, коммерческого осмотра, воензированной охраны и др.) радиосвязь организована в диапазоне 160 МГц. В диапазоне

частот 151,775–154 МГц, выделенном для железнодорожных сетей радиосвязи, уже практически не осталось свободных частот для организации новых сетей радиосвязи. При этом часть из этих частот может быть повторно использована лишь при условии ввода значительного защитного интервала.

Поэтому актуальной становится задача поиска нового частотного диапазона.

Стоит отметить, что с увеличением скоростей движения, существующая аналоговая симплексная радиосвязь не обеспечит качественную передачу речевого сигнала. Также аналоговая радиосвязь не позволяет дистанционно осуществлять контроль (мониторинг) за работой оборудования для своевременного выявления недостатков в его работе [5].

Таким образом, используемая на Белорусской железной дороге аналоговая радиосвязь уже не удовлетворяет возросшим требованиям как по надежности, так и по помехозащищенности.

Вопрос необходимости создания на дороге цифровой системы радиосвязи, позволяющей избавиться от недостатков аналоговой связи, является в данный момент особо острым.

Вопрос выбора стандарта цифровой радиосвязи достаточно сложный.

В настоящее время в рамках Регионального сотрудничества в области связи (РСС) разработан проект отчета «Использование систем связи на железнодорожном транспорте в странах – участниках РСС», который отражает обобщенную информацию по использованию систем железнодорожной радиосвязи в странах РСС: Россия, Армения, Беларусь, Кыргызстан, Казахстан, Молдова, Таджикистан, Узбекистан.

Рассмотрены мировые тенденции в области развития систем связи на железнодорожном транспорте. Рекомендаций по применению конкретных стандартов радиосвязи на железнодорожном транспорте стран – участников РСС не представлено.

Также Министерством связи и информатизации Республики Беларусь в целях обеспечения выполнения программы деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 г., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.12.2020 г. № 758, разработана стратегия внедрения в Республике Беларусь сетей сотовой подвижной электросвязи пятого поколения (5G). При этом учитывались мировые тенденции развития сотовой связи и международный опыт создания и внедрения данных сетей.

По состоянию на начало 2022 г. в мире на конкурентной основе в 86 странах уже запущены 188 коммерческих сетей стандарта 5G, которые созданы действующими операторами сотовой связи и операторами традиционных услуг стационарного широкополосного доступа [7].

В данной стратегии учитывается применение технологий 5G на инфраструктуре Белорусской железной дороги. Охват территории Республики Беларусь сетью 5G в течение 5 лет с момента выделения радиочастотного спектра будет составлять 95 % [1].

Учитывая сложившиеся обстоятельства, на Белорусской железной дороге следует рассмотреть возможность применения цифрового стандарта GSM пятого поколения, который позволит реализовать необходимый функционал для организации поездной и маневровой работы.

На Российских железных дорогах применяются следующие цифровые стандарты технологической радиосвязи: GSM-R, TETRA и DMR [4].

В перспективе рассматривается применение стандарта FRMCS (FRMCS – Future Railway Mobile Communication System) который будет базироваться на коммуникационных решениях 5G [7].

7 Централизация процессов по содержанию устройств связи и передачи данных.

Для выполнения возрастающих по мере цифровизации Белорусской железной дороги требований к функциональности, надежности, безотказности и защищенности телекоммуникационных систем Службой сигнализации и связи дороги предложено рассмотреть в качестве одного из направлений развития – централизацию отдельных процессов по содержанию устройств связи и передачи данных (далее – централизация).

Централизацию предложено осуществлять на базе Дорожного центра управления сети связи и передачи данных.

В настоящее время в Дорожном центре управления сети связи и передачи данных находятся на обслуживании: 23 узла ЕСПД, 1 центр обработки данных, 261 мультиплексор SDH, 14 измерительных модулей системы автоматического мониторинга магистральных волоконно-оптических кабелей (протяженность волоконно-оптических кабелей, находящихся под контролем данной системы, составляет 2651 км), 23 устройства тактовой сетевой синхронизации, 18 систем управления и мониторинга дорожного уровня и др.

Централизацию предложено реализовывать по двум основным направлениям: техническое и организационное, с соблюдением требований информационной безопасности.

Процесс централизации необходимо проводить поэтапно по мере реализации объектов строительства и инвестиционных программ, используя Дорожный центр управления сети связи и передачи данных в качестве единого центра (далее – Единый центр):

1 Техническое направление.

1.1 Строительство транспортной сети Белорусской железной дороги, использующей технологию пакетной передачи данных и обеспечивающей автоматическое резервирование каналов связи и передачи данных.

1.2 Организация локального отказоустойчивого центра обработки данных Единого центра для обеспечения централизации и автоматизации отдельных процессов по содержанию устройств связи.

1.3 Внедрение в Едином центре специализированных программно-аппаратных комплексов для удаленного контроля систем и внешних факторов, влияющих на их работоспособность (электроснабжение устройств связи, предотказное состояние, температурный и пропускной режимы и т. д.).

1.4 Обеспечение на вновь вводимых участках комплекса технических мероприятий, позволяющих удаленно выводить информацию в существующую систему мониторинга Единого центра в объеме, достаточном для выполнения возлагаемых на него функций.

2 Организационное направление.

2.1 Выполнение всего комплекса работ по содержанию транспортных сетей и выделенных функций по удаленному контролю устройств вторичных сетей связи специалистами Единого центра.

2.2 Обеспечение перераспределения функций по содержанию устройств вторичных сетей связи между Единым центром и дистанциями сигнализации и связи с разработкой алгоритмов взаимодействия.

2.3 Наличие в Едином центре дополнительных работников (смен), специализирующихся на вопросах круглосуточного удаленного контроля за устройствами вторичных сетей связи.

Для обеспечения информационной безопасности предлагается установить на стыке ЕСПД с внешними сетями передачи данных (интернет, сторонние организации) специализированный программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий защиту от внешних угроз.

Рассмотренные направления модернизации существующих систем связи и передачи данных дороги станут фундаментом «интеллектуальной» железной дороги.

Список литературы

1 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 24.12.2020 № 758 «Об утверждении Программы деятельности Правительства Республики Беларусь на период до 2025 года» в части развития сетей оптоволоконных линий связи, сотовой связи по технологии 4G, реализация пилотных проектов сотовой связи по технологии 5G и спутниковой связи в целях развертывания цифровой трансформации во всех сферах жизнедеятельности. – Минск, 2020. – 56 с.

Получено 27.05.2022

V. G. Shevchuk, A. N. Belsky. Promising areas of modernization of communication and data transmission systems on the Belarusian Railway.

It is shown that in order to meet the information transmission needs of all operational services on the Belarusian Railway, it is necessary to modernize communication and data transmission systems with the transition to fiber-optic communication lines, packet data transmission technologies in the communication transport network and centralization of processes for the content of communication and data transmission devices.

2 Проект отчета Регионального содружества в области связи (РСС) «Использование систем связи на железнодорожном транспорте в странах – участниках РСС». Стратегия сотрудничества государств – участников СНГ в построении и развитии информационного общества на период до 2025 г. и План действий по ее реализации на период до 2025 г., Стратегия обеспечения информационной безопасности государств – участников Содружества Независимых Государств на период до 2030 г. – М., 2020.

3 СТП БЧ 19.366–2017 «Организация ремонта технических средств в хозяйстве сигнализации и связи, сроки службы и межремонтные сроки основных устройств и оборудования железнодорожной автоматики, телемеханики и связи». – Минск, 2017.

4 Компьютерное моделирование разговорного тракта системы GSM-R / В. Г. Шевчук [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2014. – № 2 (29). – С. 15–17.

5 Шевчук, В. Г. Исследование уровней радиосигнала в гектометровых каналах поездной радиосвязи с волноводными направляющими линиями / В. Г. Шевчук, И. О. Жигалин, А. В. Карпов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – № 1 (38). – 2019. – С. 4–6.

6 Активное сетевое оборудование: виды и принцип работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://second-life.ru/aktivnoe-setevoe-oborudovanie-vidy-i-princip-raboty.html>. – Дата доступа : 12.04.2022.

7 FRMCS и 5G для железнодорожного транспорта: проблемы, достижения и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docviewer.yandex.by> – Дата доступа : 13.05.2022.