

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol. 118, No.3 (2021) pp.43-52

TECHNOLOGICAL RADIO NETWORKS FOR DATA EXCHANGE IN RAILWAY TRANSPORT

Koyanbekov Erdos Bolatbekovich, master student, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan. yerkosh1@mail.ru

Orazymbetova Aigul Kanybekovna, PhD, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan. orazymbetova@mail.ru

Aktaikova Dina Aitbaikyzy, teacher, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan.

Abstract. The article deals with the application of conventional VHF radio modems for the construction of mobile technological radio networks for data exchange, ensuring the functioning of automated control systems for various purposes in railway transport. These radio networks are considered as an integral and integral part of the unified technological communication system of JSC "NC "KTZH", which already uses GSM-R and TETRA communication standards. The operational and technical characteristics of the radio networks under consideration make it possible to significantly expand the possibilities of transmitting information about train movement, to ensure the reliability of the operation of interval control systems using the radio channel and satellite navigation tools, to deploy backup channels for data collection and control of railway automation and power supply facilities.

The principles of operation implemented in modern voice communication tools, aimed at optimizing voice communication, are becoming a serious limitation in data exchange. For example, in a backbone system, there is no rigid distribution of channels between subscribers for the entire period of connection establishment. A request for access to the information channel through which speech is exchanged is received via the service communication channel. When receiving a request from a subscriber, the system automatically finds a free information channel and provides access to it.

According to the test results, the equipment of the conventional radio network does not affect the existing technical means and provides a guaranteed exchange of information between the train control system and stationary equipment in the specified modes. The operating parameters of the data transmission channel recorded during the tests on the basis of conventional radio network devices provide a solution to the problems of schedule-interval regulation of train traffic as part of an integrated control system.

Keywords: conventional radio modems, radio networks, railway transport, control system, information transmission, data collection, automation

УДК 656.25

DOI 10.52167/1609-1817-2021-118-3-43-52

Е.Б. Коянбеков, А.К. Оразымбетова, Д.А.Ақтайлакова
Академия логистики и транспорта, г. Алматы, Республика Казахстан

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАДИОСЕТИ ОБМЕНА ДАННЫМИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация. В статье затронуты вопросы применения конвенциональных радиомодемов диапазона УКВ для построения подвижных технологических радиосетей обмена данными, обеспечивающих функционирование автоматизированных систем

управления различного назначения на железнодорожном транспорте. Эти радиосети рассматриваются как составная и неотъемлемая часть единой технологической системы связи АО «НК«КТЖ», уже использующей средства связи стандартов GSM-R и TETRA. Оперативно-технические характеристики рассматриваемых радиосетей позволяют существенно расширить возможности передачи информации о движении поезда, обеспечить надежность функционирования систем интервального регулирования с использованием радиоканала и средств спутниковой навигации, развернуть резервные каналы сбора данных и управления средствами железнодорожной автоматики и электроснабжения.

Ключевые слова: конвенциональные радиомодемы, радиосети, железнодорожный транспорт, система управления, передача информации, сбор данных, автоматика.

Введение. Настоящее время ведется активная работа по реформированию и развитию транспортного комплекса Республики Казахстан. И наблюдается стабильный рост объема грузовых и пассажирских перевозок. Между тем запас по пропускной способности на многих участках железной дороги практически исчерпан. Поэтому актуальна задача повышения пропускной способности сети железных дорог Казахстана и повышение безопасности движения поездов.

На сети железных дорог «НК «КТЖ» передаются большие объемы конфиденциальной информации, искажение которой приводит сеть в неработоспособное состояние. Для защиты информации требуется выявление основных угроз безопасности информации, выбор технологии информационной защиты.

Средства связи этих стандартов должны интегрироваться с системами аналоговой и цифроаналоговой радиосвязи, работающими в диапазонах частот 2 и 160 МГц, и иметь единую систему мониторинга и администрирования радиосетей. Это накладывает дополнительные требования к стандартизации аппаратуры связи и применению в их составе типовых интерфейсов. В вопросах, касающихся обеспечения безопасности движения поездов, необходимо в максимальной степени ориентироваться на частотные ресурсы, выделенные непосредственно для нужд АО «НК«КТЖ». Выбор частотных

ресурсов для каждой из систем должен определяться с учетом ряда требований. Основные из них – электромагнитная совместимость радиосвязи различных систем управления, высокий уровень надежности каналов передачи данных, а также требования систем управления по объемам и скорости передачи данных.

Рекомендовано ориентироваться на следующее примерное распределение частотного ресурса для построения систем управления движением:

диапазон 2 МГц – резервирующий радиоканал систем управления соединенных и тяжеловесных поездов;

диапазон 160 МГц – радиоканалы систем управления соединенных и тяжеловесных поездов, станционных систем передачи данных на малодеятельных участках, резервирующий канал при использовании в системах управления радиосетей общего пользования;

диапазон 460 МГц (система TETRA) – системы управления маневровыми локомотивами на станциях;

диапазоны 900 и 1800 МГц – система GSM-R, обеспечивающая поездную радиосвязь и системы интервального регулирования движения поездов на скоростных и высокоскоростных участках;

диапазоны 1800 и 2400 МГц (системы DECT, Wi-Fi, WiMAX) – станционные высокоскоростные сети передачи данных для информационно-управляющих систем, организации видеонаблюдения.

В составе системы связи АО «НК«ҚТЖ» применяются и планируются к дальнейшему использованию средства связи и обмена данными, функционирующие практически во всем доступном диапазоне радиоволн. Наиболее актуальны технические решения, обеспечивающие надежный обмен данными между стационарными пунктами управления и подвижным составом. Ограничения систем связи стандартов GSM-R и TETRA по обмену данными. Одно из наиболее актуальных требований к современной системе связи – обеспечение эффективного обмена данными. Системы связи GSM-R и TETRA создавались как многоканальные голосовые, предусматривающие обмен речевыми сообщениями между значительным количеством абонентов в географических зонах с высокой плотностью населения, и для решения этой задачи они представляются лучшим решением.

Однако обмен данными предъявляет несколько иные требования к средствам связи, более того, эффективность адаптированной для передачи данных системы голосовой связи серьезно зависит от характера и объема передаваемых данных.

Реализованные в современных голосовых средствах связи принципы работы, направленные на оптимизацию именно голосовой связи, становятся серьезным ограничением при обмене данными. Например, в транковой системе отсутствует жесткое закрепление канала между абонентами на весь период установления связи. С этой целью в такой системе используются служебный и группа информационных каналов. Запрос на доступ к информационному каналу, по которому производится речевой обмен, принимается по служебному каналу связи. При получении запроса от абонента система автоматически находит свободный информационный канал и предоставляет доступ к нему. Если один канал в системе уже занят, а другая группа абонентов пытается установить связь, то система

автоматически предоставит второй канал в их распоряжение. Относительно быстрая смена каналов связи для одних и тех же абонентов в процессе сеанса связи позволяет использовать паузы в переговорах одной группы абонентов для обеспечения связью другой. В результате при прочих равных пропускная способность у транковой системы при обмене голосовыми сообщениями оказывается в разы выше, чем у обычной (конвенциональной) системы голосовой связи.

В настройках транковых систем предусмотрена дополнительная задержка после завершения передачи очередного голосового сообщения, длительность которой может составлять до нескольких секунд. Это позволяет удержать активных абонентов на одном канале и снизить нагрузку на служебный канал, связанную с переводом абонентов между информационными каналами.

Такие прекрасные технические решения для голосовой связи оказываются абсолютно неэффективными при обмене данными. Голосовые сообщения имеют существенно большую длину (продолжительность при передаче) по сравнению с данными. Если возникающие при выделении абоненту информационного канала задержки практически незаметны при переговорах, то для системы обмена данными они оказываются неприемлемыми. Например, в транковых системах задержка в предоставлении доступа к каналу связи составляет не менее 300 мс (это лучший показатель), а в GSM-R – до нескольких секунд. За это время в конвенциональной системе может быть передано до нескольких десятков коротких сообщений.

Серьезное ограничение – пропускная способность служебного канала. В случае с голосовыми сообщениями интенсивность поступления запросов в служебный канал относительно невысока, активность работы абонентов учитывается при проектировании радиосети и поддерживается на низком уровне в повседневной обстановке.

Возрастание интенсивности работы в аварийных ситуациях может компенсироваться за счет предоставления более высоких приоритетов отдельным группам абонентов за счет других. При передаче данных интенсивность поступления запросов оказывается как минимум на порядок выше, и служебный канал не в состоянии с ними справиться. Выделение дополнительного служебного канала за счет сокращения числа информационных оказывается также неэффективным. В аварийных ситуациях, как правило, отсутствует возможность предоставления приоритета одному элементу автоматизированных систем управления (АСУ) за счет другого, поскольку это приводит к срыву нормальной работы последнего. Таким образом, пропускная способность служебного канала при использовании транковой системы для обмена данными оказывается критическим ограничением.

Существенный недостаток сетей GSM-R, как и обычных сотовых радиосетей, использующих обмен данными по протоколам GPRS (General Packet Radio Service) и EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), – недетерминированная задержка в доставке данных. Работа значительной части АСУ настраивается с учетом времени, необходимого на передачу запросов и получение ответов на эти запросы. Чем меньше допустимые предельные значения параметров доставки сообщений, тем эффективнее работа АСУ. В случае использования для обмена данными радиосетей GSM-R, параметры предельно допустимых задержек при доставке сообщений приходится увеличивать, снижая тем самым эффективность работы АСУ.

Таблица 1 - Сравнительные данные о задержках при передаче данных в радиосетях TETRA, GSM-R и конвенциональных радиосетях

Table 1 - Comparative data on data transmission delays in TETRA, GSM-R and conventional radio networks

Параметр	CSD	GPRS real COM	GPRS “клиент-сервер”	Радиосеть TETRA	Конвенциональная радиосеть
----------	-----	---------------	----------------------	-----------------	----------------------------

Возможность использования единой радиосети (а следовательно, и единого радиочастотного ресурса) для обмена голосовыми сообщениями и данными может рассматриваться как серьезное преимущество в радиосетях общего пользования. Действительно, многие на себе ощутили всю прелесть работы в Интернете и одновременного общения по телефону в том же канале. Однако в технологических радиосетях такое решение оказывается принципиально неприемлемым: работа АСУ требует строго детерминированного потока данных и задержек, а обеспечить выполнение этого требования при наличии непредсказуемого по продолжительности голосового потока невозможно: любой абонент будет говорить столько, сколько посчитает нужным, и тогда, когда ему это потребуется. Практический опыт показывает, что относительно высокая надежность такой радиосети может быть достигнута, если для передачи данных требуется не более 15% пропускной способности всей сети и только при отсутствии резких всплесков в объеме голосовых сообщений. Это в принципе невозможно в ответственных технологических радиосетях. Эффективные технические решения по оптимизации голосовой связи в современных радиосетях стандартов GSM-R и TETRA оказались серьезным ограничением для этих систем при обмене данными. Практический опыт показывает, что возможности этих систем связи по обмену данными могут быть кардинально улучшены за счет интеграции в их состав специализированного конвенционального оборудования.

Средняя задержка в канале, мс	600	500	1300	>300	25
Минимальная/максимальная задержка в канале, с	500\900	300\1500	100\3900	>500	24,5-27,5
Средняя пропускная способность канала, Кбит/с	8,168	5,153	4,905	-	-
	7,520/8,960	1,520/14,296	0,336\9,520	2,4/4,8	23,46\114,27

Возможности конвенциональных радиосетей по обмену данными. Перечисленные ограничения полностью отсутствуют в конвенциональных технологических радиосетях. Доступ к радиоканалу в таких радиосетях осуществляется напрямую, без использования промежуточного служебного канала, поэтому описанные задержки полностью отсутствуют. Необходимо отметить, что замеры параметров работы радиосети GSM производились на конкретном сегменте сотовой сети связи конкретного оператора и в конкретный период времени. Эти данные могут отличаться в зависимости от текущей нагрузки на сеть сотовой связи. Обеспечение стабильности параметров функционирования такой радиосети в части пропускной способности может быть обеспечено только за счет выделения для обмена данными отдельных канальных и частотных ресурсов. Анализ представленных в таблице 1 данных показывает:

- при работе в режиме CSD (Circuit Switched Data) обеспечивается наиболее стабильный обмен данными, однако даже в этом случае разница между минимальным и максимальным значением пропускной способности составляет около 12%, а собственно скорость обмена данными относительно мала;

- разница между минимальным и максимальным значением пропускной способности при работе с использованием GPRS составляет около 94% для GPRS real COM и 280% для GPRS "клиент-сервер" соответственно. Низкая стабильность данных показателей связана с

одновременным использованием радиосети для обмена речевыми сообщениями, поток которых не может быть детерминирован;

- поскольку использование технологической радиосети связи стандарта TETRA предусматривается для подвижного приложения, в ней должны быть реализованы функции помехозащищенности. Номинальная скорость обмена данными в такой радиосети при обеспечении высокой помехозащищенности может составлять от 2,4 (один таймслот) до 4,8 Кбит/с (два таймслота). Использование для обмена данными большего количества таймслотов делает радиосеть неэффективной с точки зрения обмена голосовыми сообщениями, хотя это основная задача такой радиосети;

- в конвенциональной технологической радио-сети обмена данными предусматривается только высокая помехозащищенность. Пропускная способность такой радиосети будет в значительной степени зависеть от встроенного метода сжатия данных. Однако для одинаковых потоков данных и выбранных методов сжатия параметры стабильности пропускной способности будут неизменными на протяжении всей эксплуатации;

- даже при условии использования всех радиочастотных ресурсов (таймслотов) пропускная способность радиосетей GSM-R и TETRA при обмене данными оказывается ниже по сравнению со специализированными конвенциональными радиосетями. Это

отставание системное и сохранится в перспективе.

Анализ данных показывает следующее. При работе в режиме CSD обеспечивается наиболее стабильный обмен данными, однако даже в этом случае разница между минимальным и максимальным значением пропускной способности составляет около 12%, а собственно скорость обмена данными относительно низка. Разница между минимальным и максимальным значениями пропускной способности при работе с использованием GPRS составляет около 94% для GPRS real COM и GPRS «клиент-сервер» соответственно. Низкая стабильность данных показателей связана с одновременным использованием радиосети для обмена речевыми сообщениями, поток которых не может быть детерминирован. Стандарт TETRA предусматривается для подвижного приложения и в ней должны быть реализованы функции помехозащищенности. Использование для обмена данными большего количества тайм-слотов делает радиосеть неэффективной с точки зрения обмена голосовыми сообщениями. В конвенциональной технологической радиосети обмена данными предусматривается только высокая помехозащищенность. Пропускная способность такой радиосети будет зависеть от применяемого метода сжатия данных. Даже при условии использования всех радиочастотных ресурсов (тайм-слотов) пропускная способность радиосетей GSM-R и TETRA в части обмена данными оказывается ниже по сравнению со специализированными конвенциональными радиосетями. Принципиальное различие двух рассматриваемых схем – использование в первой из них последовательных интерфейсов, по которым каждая базовая станция Paragon PD+ подключается к многобазовому контроллеру MSC (Multi-site controller), выполняющему функции централизованного технического управления и сопряжения с

взаимоувязанной сетью проводной связи и обмена данными АО «НК«КТЖ». Во втором случае применяется единый для всей конвенциональной технологической радиосети обмена данными интерфейс Ethernet и используется стандартное сетевое оборудование.

Следует помнить, что надежность любой системы определяется в том числе количеством входящих в ее состав компонентов и отдельных узлов – чем их меньше, тем проще при прочих равных обеспечить необходимый уровень надежности и живучести системы в целом. Это в полной мере относится к количеству базовых станций в составе технологической радиосети обмена данными: чем их меньше, тем проще система управления и обеспечения их работоспособности.

В отличие от радиосетей GSM-R и TETRA, которые предусматривают использование в их составе не только мобильных, но и носимых связных терминалов, работающих с невысокой выходной мощностью (обычно 0,9–3 Вт), в конвенциональных технологических радиосетях применяются терминалы с выходной мощностью 20–45 Вт. Это обеспечивает существенно большую по сравнению с радиосетями GSM-R и TETRA зону покрытия с позиции одной базовой станции, поскольку размер оперативной зоны базовой станции на практике будет определяться максимально возможной дальностью связи для самого маломощного оборудования, работающего в составе радиосети.

Все выпускаемое оборудование имеет встроенные средства диагностики, обеспечивающие удаленный доступ к текущим данным о техническом состоянии, и использует открытые интерфейсы, включая широко применяемый протокол обмена данными TCP/IP. Это позволяет эффективно и просто интегрировать их в единую систему мониторинга и администрирования технологической связи АО «НК«КТЖ», а также в системы технологической связи

промышленного железнодорожного транспорта и метро.

Работа железнодорожного транспорта связана с повышенной опасностью и ответственностью. В связи с этим все системы управления движением и сбора данных об оперативном и техническом состоянии подвижного состава и напольной автоматики на контролируемой железнодорожной сети дублируются или троюруются. Это требование полностью выполняется при создании конвенциональной технологической сети, обеспечивающей функционирование автоматизированной системы диспетчерского управления

Система управления решает задачи мониторинга подвижных объектов и контроля работы напольной автоматики, включая:

- выявление перегрева колесной пары;
- контроль состояния и управление стрелочными переводами;
- контроль местоположения локомотива по данным спутниковой навигации для реализации схемы интервального регулирования с использованием радиоканала;
- автоматическое обнаружение схода вагона;
- автоматическое обнаружение дефектов колесной пары.

Оперативная зона радиосети формируется группой дуплексных базовых станций, работающих на различных радиочастотах (использование радиочастот чередуется). Каждая БС подключена к центру диспетчерского управления по выделенному радиорелейному или проводному магистральному каналу связи. Каждый магистральный канал связи дублируется. Оперативные зоны соседних базовых станций имеют 100%-ное перекрытие, что обеспечивает возможность подключения любого из устройств напольной автоматики или локомотива к одной из двух базовых станций. В случае нарушения работы одной из БС, подключенные к удаленным устройствам напольной автоматики

радиомодемы автоматически переключаются на работу со второй БС (функция автоматического перехода на резервный канал связи стандартна для рассматриваемых радиомодемов).

Подключенные к радиосети устройства напольной автоматики передают сигналы тревоги в адрес диспетчера с автоматической ретрансляцией его в адрес машиниста по каналам этой же (основной) радиосети. Кроме того, каждое устройство имеет собственный резервный канал связи с машинистом, который используется для передачи сигналов тревоги в виде голосового сообщения.

В системе управления предусмотрена не только возможность перехода на резервный комплект оборудования в случае аварии, но и переключение на резервный порт ввода-вывода данных на основном комплекте оборудования многобазового контроллера в случае выхода из строя одного из портов. Работа основной радиосети, обеспечивающей двойное перекрытие каждой оперативной зоны, дублируется работой резервной аварийной радиосети оповещения машиниста.

Современные конвенциональные технологические радиосети обмена данными – эффективные средства обеспечения работы АСУ различного назначения на железнодорожном транспорте, позволяющие существенно расширить возможности внедряемых систем связи GSM-R и TETRA для передачи информации о параметрах движения поезда, обеспечения надежности функционирования систем интервального регулирования с использованием радиоканала и средств спутниковой навигации, функционирования резервных каналов сбора данных и управления средствами железнодорожной автоматики и энергоснабжения.

Для интервального регулирования движения поездов метрополитена комплекс технических средств каждого поезда на линии метрополитена должен обеспечивать выработку и передачу

команд для диспетчерского пункта и позади идущего поезда о своей фактической скорости и координатах первого и последнего вагонов, а также об исправности поездных устройств.

Позади идущий поезд должен гарантированно получать от впереди идущего информацию для автоматического регулирования скорости с периодом следования, который определяется поездной ситуацией на линии и действующими нормативными документами.

По принципу действия система передачи информации между поездами и диспетчерскими пунктами по радиоканалу должна быть непрерывно действующей: отсутствие информации о параметрах впереди идущего поезда в течение заданного промежутка времени должно приводить к торможению поезда до полной остановки.

На поездах метро применяется автоматизированная система управления, технической диагностики и безопасности движения нового поколения "Витязь", которая обеспечивает автоматизированное управление составом до десяти вагонов метро, повышая надежность и безопасность движения в метрополитене.

Система "Витязь" – принципиально новая система, интегрирующая в единую многопроцессорную сеть все локальные системы управления оборудования поезда метрополитена. Ее основные функции:

- автоматизированное управление оборудованием поезда метрополитена;
- автоматическое регулирование скорости, обеспечивающее безопасность движения на линии;
- диагностика и контроль устройств поезда и отдельных вагонов с отображением результатов и рекомендаций на цветном мониторе;
- противоюзовая защита колесных пар;
- автоматическая диагностика вагонного оборудования перед выездом на линию;

- резервирование основных функций управления составом для обеспечения надежности соблюдения графика движения на линии;

- регистрация параметров движения поезда в защищенном накопителе (функции "черного ящика");

- информирование пассажиров о месте нахождения поезда на маршруте.

Система "Витязь" работает в режиме реального времени и обеспечивает управление всем вагонным оборудованием, безопасность движения, полную диагностику вагонного оборудования и выдачу рекомендаций машинисту по управлению поездом.

Были успешно проведены предварительные и демонстрационные испытания оборудования конвенциональной радиосети обмена данными на радиомодемах Dataradio Paragon G3/Gemini G3 для определения возможности его использования в составе комплексной системы управления метрополитена и обеспечения надежного функционирования системы "Витязь" в звене "поезд – диспетчер станции".

Испытания выполнялись в три этапа.

На первом этапе в депо метрополитена производились измерения рабочих параметров устройств конвенциональной радиосети на совместимость с действующими техническими средствами метрополитена, отработывались варианты размещения радиооборудования в головном вагоне поезда, осуществлялась его стыковка с поездной системой управления. Наличие у оборудования обмена данными развитых современных интерфейсов обеспечило его сопряжение с комплектами аппаратуры системы "Витязь" без его дополнительной доработки.

На втором этапе осуществлялась передача информации средствами конвенциональной радиосети в тоннеле метрополитена в автономном режиме (без подключения к поездной системе управления). Базовая станция устанавливалась на станции

метрополитена, стационарные приемопередающие антенны – в портале тоннеля. Абонентский радиомодем размещался на дрезине и перемещался по тоннелю в направлении от базовой станции. При этом выполнялись измерения дальности действия радиосвязи и уровня сигналов в зависимости от мощности передатчика, скорости обмена данными и типа приемопередающих антенн. Результаты показали возможность обеспечения надежного обмена данными с одной базовой станцией по двум тоннелям метро на удаление до 1200 м без использования щелевого кабеля.

На третьем этапе абонентский радиомодем располагался в поезде и был подключен к поездной системе управления. Выполнялась передача информации о фактических параметрах движения поезда от поездной системы управления на базовую станцию радиосети при контрольных обкатках поезда. Передача данных при испытаниях контролировалась как на борту поезда, так и на станции метрополитена. Конвенциональная радиосеть обеспечила трансляцию телеметрической информации с борта поезда метро с заданной периодичностью (изменялась от двух /до пяти сообщений в секунду в зависимости от удаления поезда от станции) и задержками. Наилучшие результаты были получены при использовании протокола UDP (User Datagram Protocol). Оценка пропускной способности радиосети показала, что каждая базовая станция обеспечивает обслуживание не менее 12 поездов метро в двух параллельных

тоннелях при заданной интенсивности трансляции сообщений с борта каждого из них.

Заключение. Была выполнена сравнительная характеристика технологий, с последующим ее анализом на основе качественной оценки основных показателей.

Таким образом, современные конвенциональные технологические радиосети обмена данными УКВ-диапазона являются надежным средством обеспечения работы АСУ различного назначения на железнодорожном транспорте.

Предложено построение технологической радиосети обмена данными на радиомодемах Viper-SC+. Она обеспечивает автоматический двусторонний обмен алфавитно-цифровой информацией между абонентами радиосети по IP-протоколу.

Были рассмотрены особенности кода Рида-Соломона. Построили графики зависимости числа обнаруженных ошибок от вероятности ошибки для кодов (255,223) и (7,3). С помощью компьютерной симуляции была дана оценка ошибкам при передаче информации по каналу.

Проведено исследование модели циклического избыточного кода (CRC).

Проведена дальнейшая оптимизация программы выделения AIS-сигналов, для условий плотного потока сообщений. Проведен анализ возможных отклонений и сбоя в работе технологии AIS.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Воронин В., Вериго А. Технологическая связь. Особенности развития технологической радиосвязи на современном этапе. Мир связи. 2009. № 3.
- [2] Осинцев В.А. – Теория работы электрооборудования электроподвижного состава. Часть 1.
- [3] Масленкова И., Команцев А. GSM/GPRS технологии в системах промышленной автоматики, Цонтрол Енгинееринг, 2008 г.
- [4] Транспортные коридоры на ЕВРАЗИЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ/ Л.Н.Матюшин, А.С.Синицина. - Москва: ФГБУ ДПО "Учебно методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2021-272 с. С 45-48.

REFERENCES

[1] Voronin V., Verigo A. Tehnologicheskaya svyaz. Osobennosti razvitiya tehnologicheskoi radiosvyazi na sovremennom etape. Mir svyazi [In Russian: Technological communication. Features of the development of technological radio communication at the present stage]. Mir svyazi. 2009. No.

[2] Osintsev V. A.- Teoriya raboty elektrooborudovaniya elektropodvijnogo sostava. [In Russian: Theory of operation of electric equipment of electric rolling stock]. Part 1.

[3] Maslenkova I., Komantsev A. GSM/GPRS tehnologii v sistemah promyshlennoi avtomatiki, Sontrol Engineering [In Russian: GSM / GPRS technologies in industrial automation systems, Control Engineering] 2008

[4] Transportnye koridory na EVRAZIISKOM PROSTRANSTVE/ L.N.Matshin, A.S.Sinisina. -Moskva: FGBU DPO "Uchebno metodicheskii sentr po obrazovani na jeleznodorojnom transporte[In Russian: Transportnye koridory na EVRAZIISKOM PROSTRANSTVE/ L.N.Matjushin, A.S.Sinicina. -Moskva: FGBU DPO "Uchebno metodicheskij centr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte"] 2021-272s. s45-48.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАДИОСЕТИ ОБМЕНА ДАННЫМИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Коянбеков Ердос Болатбекович, магистрант, г. Алматы, Казахстан, yerkosh1@mail.ru

Оразымбетова Айгуль Каныбековна, PhD, Академии логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан, orazymbetova@mail.ru

Ақтайлакова Дина Айтбайқызы, преподаватель, Академии логистики и транспорта, г. Алматы, Казахстан.

ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНДЕГІ ДЕРЕКТЕРМЕН АЛМАСУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ РАДИО ЖЕЛІЛЕРІ

Коянбеков Ердос Болатбекұлы, магистрант; Алматы қ., Қазақстан. yerkosh1@mail.ru

Оразымбетова Айгүл Қаныбекқызы, PhD, Логистика және коммуникация академиясы, Алматы қ., Қазақстан; orazymbetova@mail.ru

Ақтайлакова Дина Айтбайқызы, оқытушы, Логистика және коммуникация академиясы, Алматы қ., Қазақстан.

Аңдатпа. Мақалада теміржол көлігінде әртүрлі мақсаттағы автоматтандырылған басқару жүйелерінің жұмыс істеуін қамтамасыз ететін мәліметтер алмасудың жылжымалы технологиялық радио желілерін құру үшін УҚТ диапазонының шартты радио модемдерін қолдану мәселелері қарастырылған. Бұл радиожелілер GSM-R және TETRA стандарттарының байланыс құралдарын пайдаланатын "ҚТЖ"ҰК" АҚ бірыңғай технологиялық байланыс жүйесінің құрамдас және ажырамас бөлігі ретінде қарастырылады. Қарастырылып отырған радио желілердің жедел-техникалық сипаттамалары пойыздың қозғалысы туралы ақпаратты беру мүмкіндіктерін едәуір кеңейтуге, радиоарна мен спутниктік навигация құралдарын қолдана отырып, аралық реттеу жүйелерінің сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуге, деректерді жинау мен теміржол автоматикасы мен электрмен жабдықтау құралдарын басқарудың резервтік арналарын ашуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: конвекциялық радио модемдер, радио желілері, теміржол көлігі, басқару жүйесі, ақпарат беру, мәліметтер жинау, автоматика.