

Конвенциональные узкополосные технологические радиосети обмена данными повышенной надежности и живучести

Технологические радиосети обмена данными создаются для решения комплекса функциональных задач, связанных с организацией мониторинга состояния (сбора данных о техническом и/или оперативном состоянии оборудования), а также оперативно-диспетчерского управления и информационного обеспечения в условиях, когда использование других средств связи невозможно или нецелесообразно. Значительная часть таких радиосетей предназначена для обеспечения в качестве основного или резервного средства функционирования критически важных и ответственных приложений, сбой в работе которых может приводить к серьезным авариям и катастрофам.

Область применения технологических радиосетей обмена данными определяется их оперативно-техническими возможностями и преимуществами, среди которых:

- ▶ надежность среды передачи (линия передачи не подвергается механическим повреждениям и разрушающему влиянию окружающей среды, а ее качество контролируется соответствующими государственными органами);
- ▶ обширная оперативная зона с возможностью ретрансляции сигнала (реально построенные радиосети имеют сплошную оперативную зону более миллиона кв. км);
- ▶ применение детерминированных протоколов обмена данными, поддерживающих работу в близком к реальному режиму времени и обеспечивающих гарантированную доставку данных в установленные регламентом работы радиосети сроки;
- ▶ относительно небольшое время доступа к каналу передачи данных, обеспечивающее незначительные и приемлемые для большинства автоматизированных систем задержки в доставке данных;
- ▶ высокая безопасность данных, функционирующих в технологической радиосети (применяемые технологии обеспечивают защиту от подавления, перехвата или несанкционированного доступа к работе в составе технологической радиосети);
- ▶ относительно низкая стоимость эксплуатации;
- ▶ независимость от "чужой" инфраструктуры связи и возможность развивать ее исходя из реальных требований (радиосеть принадлежит собственно пользователю, параметры ее работы и оперативная зона могут изменяться им самостоятельно);

- ▶ совместимость с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по широко применяемым и детально отработанным интерфейсам;
- ▶ простота перемещения и оперативность развертывания в новом районе;
- ▶ возможность эксплуатации в жестких условиях. Основными пользователями узкополосных стационарных средств обмена данными являются:
 - ▶ промышленность и транспорт, где они применяются для управления телемеханическими устройствами и аппаратурой сбора телеметрической информации;
 - ▶ банки и офисы – для подключения автономно функционирующих технических средств, например банкоматов;
 - ▶ вооруженные силы и службы общественной безопасности – для оперативного управления подвижными силами и средствами, дистанционного управления специальной техникой и оповещения.

Наиболее широкое распространение в России такие радиосети получили на предприятиях топливно-энергетического комплекса, в горнодобывающей промышленности, лесном и водном хозяйстве, дорожных службах, на стационарных и подвижных объектах авиационного, железнодорожного, автомобильного и электротранспорта.

Варианты построения технологических радиосетей обмена данными

Современные программно-технические средства позволяют создавать относительно недорогие, эффективные и гибкие радиосети обмена данными, способные функционировать на протяжении многих лет с минимальным техническим обслуживанием. Типовая упрощенная схема коммутации технологической радиосети обмена данными представлена на рис. 1.

Источником данных на удаленном объекте является датчик (группа датчиков) или пользователь (группа пользователей). Информация от источника принимается и обрабатывается программируемым контроллером или удаленным терминалом, который подключается к радиомодему по стандартному интерфейсу (как правило, RS-232 или Ethernet). Радиомодем служит для преобразования поступающих цифровых данных в аналоговый сигнал, который посредством радиопередатчика пере-

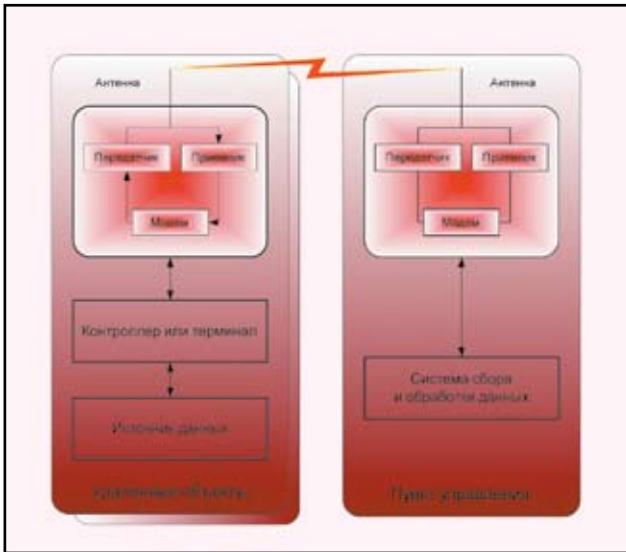


Рис. 1. Типовая упрощенная схема коммутации технологической радиосети обмена данными

дается в пункт управления (например диспетчерскую или полевой пункт управления). Здесь процесс обработки происходит в обратном порядке: модем преобразует поступивший от радиоприемника аналоговый сигнал в цифровую форму, пригодную для его дальнейшей автоматизированной обработки.

В типовых приложениях обмен данными производится под управлением центрального объекта (топология "звезда"), работающего через базовую станцию по принятым для конкретной радиосети протоколам обмена данными.

Таким образом, создается радиосеть обмена данными с полностью детерминированными параметрами, исключая флуктуации информационного потока, способные привести к сбоям в ее работе, и поддерживающая работу удаленных устройств и пользователей в режиме времени, близком к реальному.

Наиболее высокая надежность работы достигается в системах, в которых обеспечивается прямая радиовидимость между объектами, то есть радиосигнал беспрепятственно распространяется от передающей до приемной антенны. Номинально в создаваемых радиосетях радиовидимость составляет 30 км на открытой местности и 10 км в условиях города со средней плотностью застройки. Минимальные и максимальные значения зависят от особенностей местности и могут отличаться на порядок.

Обеспечение прямой радиовидимости относительно просто достигается в стационарных технологических радиосетях, но оказывается практически невозможным для подвижных радиосетей, в которых условия приема радиосигнала постоянно изменяются. В связи с этим при создании подвижных радиосетей применяется специальное радиотехническое оборудование, существенно отличающееся от используемого в стационарных радиосетях.

Радиомодемы для стационарных технологических радиосетей

В составе стационарных технологических радиосетей обмена данными применяются различные модели радиомодемов, обеспечивающие работу в режиме

"точка – много точек". Поскольку, в отличие от подвижных радиосетей, позиции оборудования в таких сетях остаются неизменными на протяжении всего периода работы, функциональные требования к применяемому в их составе оборудованию ограничены и не предусматривают требования по обеспечению работы с удаленными объектами, перемещающимися между оперативными зонами соседних базовых станций.

Радиомодемы в таких радиосетях функционируют в условиях минимального изменения условий приема радиосигнала. При правильно спроектированной радиосети уровень принимаемого сигнала на каждой приемо-передающей позиции соответствует номинальному для используемой модели оборудования, поэтому специальные методы повышения помехоустойчивости в таких радиосетях, в отличие от подвижных радиосетей, как правило, не применяются. Таким образом, радиомодемы для стационарных технологических радиосетей обмена данными представляют собой более простые устройства, в которых не реализуются функциональные возможности, обязательные для радиомодемов, применяемых в подвижных радиосетях обмена данными.

Стационарная технологическая радиосеть не оборудуется встроенными средствами обеспечения надежности функционирования.

Основными пользователями узкополосных стационарных технологических радиосетей обмена данными являются промышленность и транспорт (включая трубопроводный), где они используются для удаленного сбора данных и управления исполнительными устройствами автономно или в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами различного масштаба.

Наиболее широкое распространение такие радиосети получили на предприятиях топливно-энергетического комплекса (сбор данных о функционировании и управление устройствами телемеханики), в горнодобывающей промышленности (управление механизмами и агрегатами), в инженерных сетях (контроль функционирования объектов электро-, водо-, газо-, теплоснабжения и канализации), на стационарных объектах авиационного, железнодорожного и морского транспорта (сбор данных и управление).

Надежность радиомодемов определяется характеристиками безотказности, долговечности, ремонтнопригодности и сохраняемости, а также определенным сочетанием этих свойств. В связи с этим для построения технологических радиосетей с повышенной надежностью выбираются технические средства, имеющие соответствующие значения следующих параметров:

- ▶ среднее время наработки на отказ;
- ▶ срок службы;
- ▶ гарантийный срок эксплуатации;
- ▶ среднее время устранения неисправности;
- ▶ среднее время восстановления работоспособности после сбоя.

При выборе оборудования для создания радиосети повышенной надежности и живучести учитывается заявленная производителем вероятность возникновения

необнаруженной ошибки в процессе обмена данными, а также данные о стабильности (сохранении) заявленных параметров в процессе эксплуатации при различных условиях окружающей среды. Как правило, это требование строго выполняется в случае использования моделей “профессионального” оборудования, при изготовлении которых применяются электронные компоненты в промышленном или военном исполнении.

Технологические радиосети с повышенной надежностью и живучестью строятся с использованием специальных моделей оборудования, имеющих высокие характеристики по отказоустойчивости. Например, в радиотехнических комплексах T-Base/HA (High Availability) и I-Base/HA, предназначенных для использования в качестве базовых станций, реализована отказоустойчивая архитектура, предусматривающая полное дублирование всех компонентов устройства. В составе каждого комплекса используется по два радиомодема T-Base или I-Base, работающих на единое антенно-фидерное устройство. Один из радиомодемов находится в “горячем” резерве и в случае выхода из строя основного радиомодема автоматически берет на себя выполнение его функций. В такой конфигурации коэффициент исправного действия связи радиотехнического комплекса составляет не менее 99,99 %.

Снижение среднего времени устранения неисправности в работе оборудования и устранения сбоев в работе радиосети достигается за счет использования средств автоматического мониторинга и диагностики технического состояния оборудования, поддержания квалификации обслуживающего персонала на должном уровне и создания резерва оборудования и запасных частей.

Радиомодемы для подвижных технологических радиосетей

В составе подвижных технологических радиосетей используются радиомодемы, устанавливаемые на стационарных (базовых станциях) и подвижных объектах. К каждому из таких модемов предъявляются требования, обусловленные их функциональным назначением и условиями эксплуатации.

Радиомодемы базовых станций (БС) подвижной технологической радиосети представляют собой специализированное радиотехническое оборудование, предназначенное для эксплуатации в стационарных условиях. В современных радиосетях они обеспечивают реализацию функций, связанных с надежной работой радиосети с постоянно меняющейся конфигурацией и условиями приема сигнала. Данные функции включают в себя автоматический перевод подвижных объектов из оперативной зоны одной БС в оперативную зону другой, гарантированное доведение передаваемых сообщений собственными встроенными средствами, автоматическое распределение нагрузки в радиосети и многие другие функции, связанные с ее работой.

Радиомодемы для подвижных объектов представляют собой специализированное радиотехническое оборудование, предназначенное для эксплуатации на борту подвижных средств и обеспечивающие работу со стационарной базовой станцией и между собой.

Надежность функционирования подвижной технологической радиосети частично обеспечивается встроенными средствами оборудования.

Основными пользователями подвижных технологических радиосетей обмена данными являются транспорт, промышленность и силовые структуры, где они применяются для оперативного и диспетчерского управления, дистанционного мониторинга и навигации, обеспечения аварийно-ремонтных работ и действий по ликвидации последствий происшествий и чрезвычайных ситуаций, как в районах с хорошо развитой инфраструктурой связи, так и в труднодоступных районах, в которых такая инфраструктура развита слабо или полностью отсутствует.

Наиболее широкое распространение такие радиосети получили на предприятиях пассажирского и специального автомобильного транспорта, включая подземный, в правоохранительных органах и вооруженных силах, на станциях скорой медицинской помощи, в службах поиска и спасения, на предприятиях топливно-энергетического комплекса (аварийно-ремонтные бригады и подвижные средства контроля), в горнодобывающей промышленности (управление большегрузными самосвалами и погрузочной техникой в карьерах и разрезах), на авиационном, железнодорожном и морском транспорте.

Применяемое в составе подвижных технологических радиосетей оборудование эксплуатируется в более жестких, по сравнению со стационарными радиосетями, условиях и режимах. Обычно они строятся как интегрированные системы, использующие разнотипное стационарное и подвижное оборудование, к которому предъявляются различные требования по надежности и живучести, безусловное выполнение которых закладывается уже на этапе разработки и производства.

Реализация стационарной технологической радиосети обмена данными на объектах ТЭК

В настоящее время в составе стационарных технологических радиосетей управления телемеханикой на объектах топливно-энергетического комплекса и предприятиях трубопроводного транспорта на территории Российской Федерации и государств СНГ широко применяются радиомодемы Dataradio Integra-TR. Данные радиомодемы обладают высокими характеристиками надежности (среднее время наработки на отказ свыше 540 тыс. часов, среднее время устранения неисправности (при наличии запасных частей) – 30 минут). Они входят в состав радиотехнической платформы, включающей в себя оборудование для базовых станций (I-Base) и удаленных контролируемых объектов (Integra-TR). Технические характеристики оборудования позволяют строить технологические радиосети обмена данными повышенной надежности и живучести, обладающие свойствами автоматического восстановления работоспособности в случае выхода из строя отдельных элементов радиосети.

На рис. 5 представлен вариант реализации такой сети для отдельного участка системы управления телемеханикой нефтепровода (общая протяженность тру-

бопровода составляет более 3500 км, скорость обмена данными – 19200 бит/с.).

Схема коммутации УКВ-оборудования стационарной технологической радиосети управления телемеханикой повышенной надежности и живучести на радиомодемах I-Base/Integra-TR представлена на рис. 6.

Техническое решение подготовлено для реализации на участке трубопровода протяженностью около 60 км, проходящего в сейсмоопасной зоне, где существует угроза одновременного выхода из строя всего оборудования базовой станции (БС-2) на одной из позиций. Технологическая радиосеть управления телемеханикой функционирует на скорости 19200 бит/с. БС-2 обеспечивает управление телемеханикой четырех контролируемых пунктов. Связь с КП-4 осуществляется через КП-3, который дополнительно выступает в качестве ретранслятора. Позиция КП-2 нахо-

дится в зоне прямой радиовидимости с позицией КП-3 и КП-1 (на схеме не указан). Связь между КП-2 и БС-3 осуществляется по выделенному радиоканалу.

На КП-2 развернут комплект резервной базовой станции (БС-Р), обеспечивающий функционирование через единое антенно-фидерное устройство. БС-Р подключается к соседней базовой станции БС-3 по среднескоростному выделенному каналу обмена данными посредством радиомодемов Viper-100/400 по IP-протоколу. Коммутация аппаратуры БС-Р и КП-2 выполнена с использованием преобразователей интерфейсов RS-232 – Ethernet: 4-портового Lantronix MMS4 для подключения радиомодема Dataradio Integra-TR и I-Base на позиции КП-2 и 2-портового Lantronix XPress-DR+ для сопряжения аппаратуры БС-3 с каналом связи с БС-Р через радиомодем Viper-100/400. 2-портовый Lantronix XPress-DR+ имеет резервированный канал Ethernet, обеспечивающий его подключение одновременно по двум портам. В полной комплектации схема предусматривает дополнительное дублирование преобразователей интерфейсов и аппаратуры обмена данными.

Все базовые станции радиосети (за исключением резервной) реализованы на радиомодемах I-Base-NA, имеющих стопроцентное дублирование и обладающих повышенной надежностью и живучестью. В случае выхода из строя одного из комплектов оборудования данного радиомодема производится автоматический переход на второй комплект, а информация о выходе из строя направляется дежурному инженеру связи.

Подключение каждого комплекта оборудования производится по двум портам RS-232: первый используется для связи с устройствами телемеханики, второй – для передачи диагностической информации о текущем состоянии всех радиомодемов в составе радиосети в масштабе времени, близком к реальному. По второму порту обеспечивается также удаленная настройка радиомодемов на БС и КП (выполняется в период технологических перерывов связи).

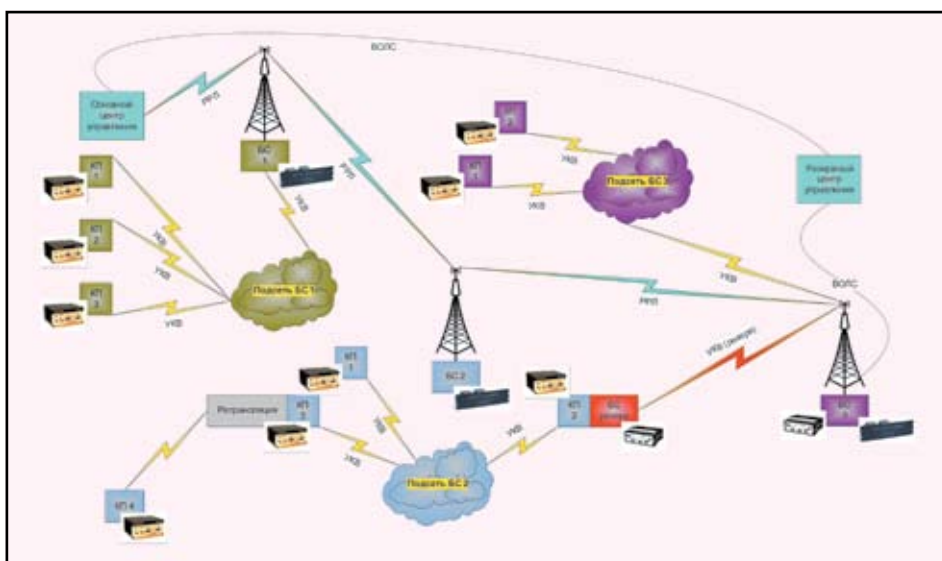


Рис. 5. Схема стационарной технологической радиосети управления телемеханикой повышенной надежности и живучести на радиомодемах I-Base/Integra-TR

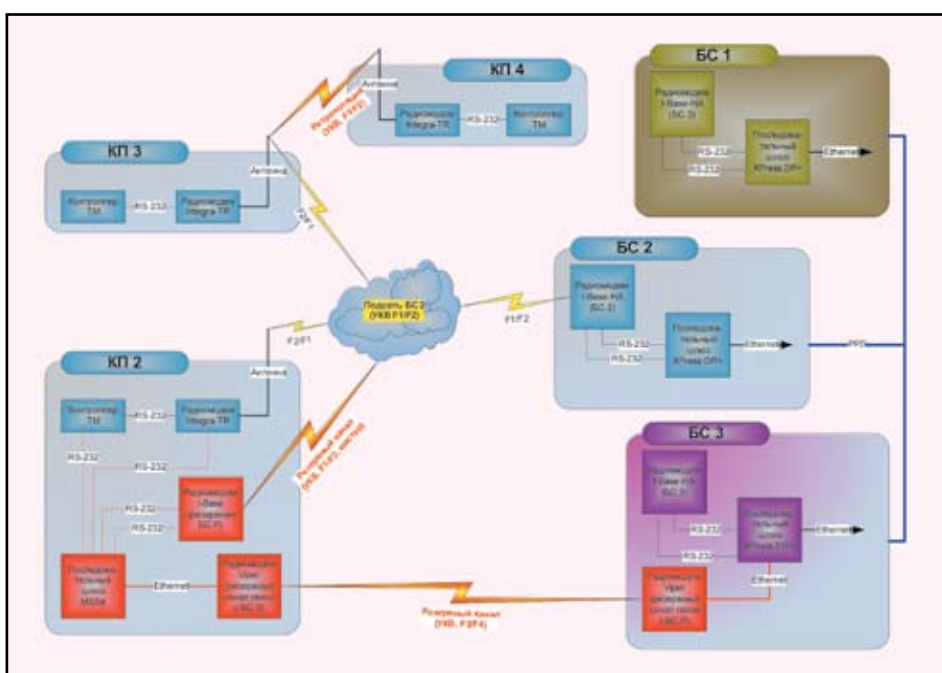


Рис. 6. Схема коммутации УКВ-оборудования стационарной технологической радиосети управления телемеханикой повышенной надежности и живучести на радиомодемах I-Base/Integra-TR

Обработка данных о текущем техническом состоянии выполняется средствами программно-технического комплекса диагностики радиосети, возможности которого будут описаны ниже.

Повышение надежности и живучести технологических радиосетей

Применяемое в составе технологических радиосетей обмена данными радиотехническое оборудование имеет, как правило, очень высокие характеристики надежности. Однако несоблюдение условий (в первую очередь, нестабильные характеристики питающего тока, несоблюдение температурного режима и воздействие влаги) и правил эксплуатации приводят к преждевременному выходу аппаратуры из строя и сбоям в работе радиосетей.

С целью дальнейшего повышения надежности функционирования технологических радиосетей используются специальные программные средства оперативного мониторинга и контроля технического состояния радиомодемов. Такие средства позволяют в близком к реальному масштабу времени контролировать рабочие параметры аппаратуры, выявлять отклонения в параметрах работы и на этой основе предупреждать о возможных сбоях и выходах из строя. В результате появляется возможность предотвращения сбоев и дорогостоящих долговременных перерывов в работе технологической радиосети за счет своевременной замены и восстановления работоспособности аппаратуры до ее полного выхода из строя.

Обычно такие программные средства базируются на использовании встроенной функции автономной диагностики радиомодемов. Одним из известных типовых решений, предназначенных для повышения надежности технологических радиосетей обмена данными, является программно-технический комплекс (ПТК) "Балтика".

ПТК "Балтика" предназначен для мониторинга состояния и поддержания эксплуатационной готовности стационарной технологической радиосети обмена данными УКВ-диапазона на радиомодемах Dataradio T-Base/T-96SR, I-Base/Integra-TR и Viper-100/400 производства американской компании CalAmp. В настоящее время ПТК используется для мониторинга технического состояния аппаратуры радиосетей сбора данных и управления:

- ▶ линейной телемеханикой магистральных продуктопроводов;
- ▶ средствами автоматизации районов газо- и нефтедобычи;
- ▶ аппаратурой контроля и управления электрическими сетями;
- ▶ технологическими процессами в добывающей и перерабатывающей промышленности;
- ▶ железнодорожной напольной автоматикой;
- ▶ инженерными сетями энерго-, газо-, водо- и теплоснабжения;
- ▶ очистными сооружениями;
- ▶ шлюзами и заслонками оросительных каналов;
- ▶ средствами сбора сейсмической и метеорологической информации;
- ▶ устройствами анализа радиационной и химической обстановки.

ПТК состоит из технических средств сопряжения аппаратуры базовых станций технологической радиосети с магистральными каналами передачи данных и программно-технических средств сбора, отображения, обработки и хранения диагностической информации, разворачиваемых в пунктах диспетчерского управления и связи.

ПТК обеспечивает автоматический сбор, обработку по заданным алгоритмам в оперативном режиме и отображение данных о состоянии радиосети с привязкой ко времени. Данные о техническом состоянии аппаратуры автоматически передаются с каждым сообщением от удаленного контролируемого пункта на диагностический порт базовой станции, откуда они поступают в обработку.

ПТК "Балтика" позволяет:

- ▶ следить за целостностью и качеством каналов технологической радиосети обмена данными;
- ▶ контролировать рабочие параметры радиотехнической аппаратуры;
- ▶ извещать оператора о нештатной работе каналов обмена данными;
- ▶ выявлять сбои в функционировании основной электросети и факт перехода на питание от резервной сети (аккумуляторов);
- ▶ проводить предварительный расчет зон электромагнитной доступности для объектов технологической радиосети обмена данными.

Программный комплекс имеет архитектуру "клиент-сервер" и функционирует на основе СУБД MS SQL Server, в том числе на вычислительных отказоустойчивых комплексах повышенной надежности и живучести.

Проектная емкость ПТК составляет 250 базовых станций и 1000 удаленных контролируемых объектов, сведенных в единую радиосеть с иерархической структурой и распределенной системой управления.

Комплекс обеспечивает формирование и ведение паспортов объектов технологической радиосети, учет их оснащения аппаратурой связи и передачи данных, хранение и получение данных о применяемых вспомогательных технических средствах и антенно-фидерных устройствах. Хранимые в памяти ПТК данные о техническом оснащении объектов связи позволяют сократить сроки восстановления их работоспособности при сбоях и авариях, повышая живучесть радиосети.

Иерархическая структура радиосети формируется автоматически на основе данных, внесенных в базу, и изменяется в интерактивном режиме персоналом, допущенным к выполнению данной функции.

Система разграничения доступа позволяет создавать и сопровождать рабочие профили пользователей, обеспечивая решение функциональных задач диспетчера и оператора радиосети. Последний имеет доступ к выполнению комплекса аналитических задач с целью оценки параметров работы радиосети и отдельных устройств, функционирующих в ее составе, за определенный период времени. В полном объеме в составе ПТК разворачиваются и функционируют рабочие места диспетчера (дежурного инженера), оператора, администратора и учебное рабочее место.

Программное обеспечение ПТК позволяет воспроизводить работу радиосети за заданный период и исполь-

зывать это в интересах обучения персонала на реальных данных без вмешательства в текущую работу, обеспечивая выполнение организационных мероприятий, направленных на повышение надежности и живучести радиосети.

ПО ПТК производит сбор, анализ, отображение и архивирование информации, обеспечивая:

- ▶ конфигурирование (описание структуры) ПТК мониторинга технологической радиосети обмена данными, установку пороговых значений для изменяемых параметров оперативной диагностики;
- ▶ слежение за поступлением данных оперативной диагностики устройств передачи данных на основании их идентификаторов и выдачу сигнала "авария" при пропадании этих данных;
- ▶ анализ значений данных оперативной диагностики устройств передачи данных относительно пороговых значений и формирование сигнала "авария" при их выходе за установленные пределы;
- ▶ анализ данных оперативной диагностики для косвенного определения исправности абонентских радиомодемов, работающих через удаленные ретрансляторы технологической радиосети обмена данными, не подключенные непосредственно к комплексу мониторинга;
- ▶ ведение журнала аварий, формирование и представление отчетов по видам аварий и времени их возникновения;
- ▶ анализ изменений данных оперативной диагностики с целью предсказания возможных аварийных ситуаций и сбоев.

Применение ПТК "Балтика" повышает оперативность реагирования на возможные сбои в работе технологической радиосети обмена данными и достоверность информации, используемой при принятии решений по восстановлению ее работоспособности. Он обеспечивает снижение эксплуатационных затрат, связанных с поддержанием радиосети в высокой оперативной готовности, оптимизацию технологических процессов за счет распределения обязанностей между подразделениями АСУ и связи при проведении ремонтно-восстановительных мероприятий.

Комплекс позволяет организовать надежную эксплуатацию крупных технологических радиосетей и автоматизировать процесс мониторинга их технического состояния и параметров работы, повышая надежность и безопасность функционирования управляемых и контролируемых объектов.

Таким образом, перспективные программные решения позволяют повысить надежность и живучесть технологических радиосетей обмена данными за счет превентивного выявления возможных сбоев в работе и аварий, сокращения сроков ликвидации их последствий и непрерывного контроля технического состояния радиотехнического оборудования в масштабе времени, близком к реальному.

Сергей Маргарян, Александр Харламов,
Алексей Хромцев, Алексей Сабунин,
ЗАО "НПП "Родник"

КОНТРОЛИРУЙ

скорость
время
маршрут
объем
направление
потоки
безопасность

ВСЁ,

РАЗВЕРНУВ

общественная безопасность
газо- и нефтедобыча
газо- и нефтепроводы
водоснабжение и канализация
автомобильный,
железнодорожный,
водный транспорт
горнодобывающая
промышленность

ВЕЗДЕ

РАДИОСЕТЬ

+7 (499) 613-70-01, www.rodnik.ru



ПОДВИЖНЫЕ И СТАЦИОНАРНЫЕ радиосети обмена данными

Рабочий диапазон:
132-174, 380,-512, 700, 800,
900 МГц
Скорость: 4800-128000 бит/сек
Радиомодемы:
ParagonG3, GeminiG3, I-Base,
Senrty-4G-900, Viper-100/400,
Phantom, Integra-TR, T-Base,
T-96SR, TSLM



Вместе мы можем все