

Радиосети сбора данных и управления

для автоматизированных систем управления в структуре ТЭК. Часть 1

Сергей Маргарян
sm@rodnik.ru

Топливо-энергетический комплекс России является одним из самых крупных пользователей радиосетей сбора данных и управления (обмена данными), что обусловлено особенностями обеспечиваемых такими радиосетями технологических процессов и характеристиками объектов автоматизации:

- основные технологические процессы относятся к категории критически важных, поскольку собираемые данные должны поступать с заданной задержкой, а управляющие воздействия — осуществляться в регламентированные сроки;
- значительная часть объектов размещается распределенно, на большой территории, или находится в труднодоступных местах, что делает использование проводных средств связи нецелесообразным.

Типовая АСУ включает три функциональных уровня:

- нижний уровень (программно-технические средства, устанавливаемые на контролируемых объектах энергетики, реализующие функции генерации данных от средств объективного контроля и исполнения получаемых с верхнего уровня системы управляющих сигналов и команд);
- промежуточный уровень (средства связи и обмена данными, устанавливаемые на контролируемых объектах, а также в стационарных и подвижных пунктах управления и реализующие функции обмена информацией между нижним и верхним уровнями системы);
- верхний уровень (программно-технические средства, устанавливаемые в стационарных и подвижных пунктах управления, реализующие функции сбора данных от средств объективного контроля и формирования

управляющих сигналов и команд на основе анализа полученных с нижнего уровня данных).

В настоящей статье рассматриваются вопросы, связанные с реализацией промежуточного уровня типовой АСУ для топливной и электроэнергетики — радиосети сбора данных и управления.

Требования к радиосетям сбора данных и управления АСУ

Энергетическая система должна надежно функционировать в обычной обстановке, в чрезвычайных ситуациях, в угрожаемый и особый периоды. Поэтому обеспечивающие работу АСУ радиосети обмена данными должны создаваться с учетом условий работы в любой обстановке и обладать соответствующим уровнем надежности¹ и живучести².

Радиосеть обмена данными позволяет реализовать следующие функциональные возможности АСУ:

- мониторинг протекания технологических процессов (автоматический сбор объективной информации о технических и производственных параметрах, включая учет электроэнергии);
- диспетчерское³ и оперативное⁴ управление объектами энергетики (передачу управляющих сигналов и команд в направлении «диспетчер — контролируемый объект», а также подтверждений о получении управляющих сигналов и докладов о выполнении команд в направлении «контролируемый объект — диспетчер»).

В зависимости от назначения АСУ она может обеспечить выполнение всех или части вышеперечисленных функций, при этом функции мониторинга являются общими и обязательными для всех систем.

¹ Надежность (англ. reliability) — свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»].

² Живучесть (англ. survivability) — свойство системы, характеризующее способность выполнять установленный объем функций в условиях возмущений внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах [ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»].

³ Диспетчерское управление — организация управления процессом, при котором технологические режимы работы или эксплуатационное состояние находящихся под контролем объектов изменяются только по оперативной команде диспетчера.

⁴ Оперативное управление — управление текущими событиями; совокупность мер, позволяющих воздействовать на конкретные отклонения от установленных заданий. Оперативное управление подразделяется на оперативное планирование, оперативный учет и оперативный контроль.

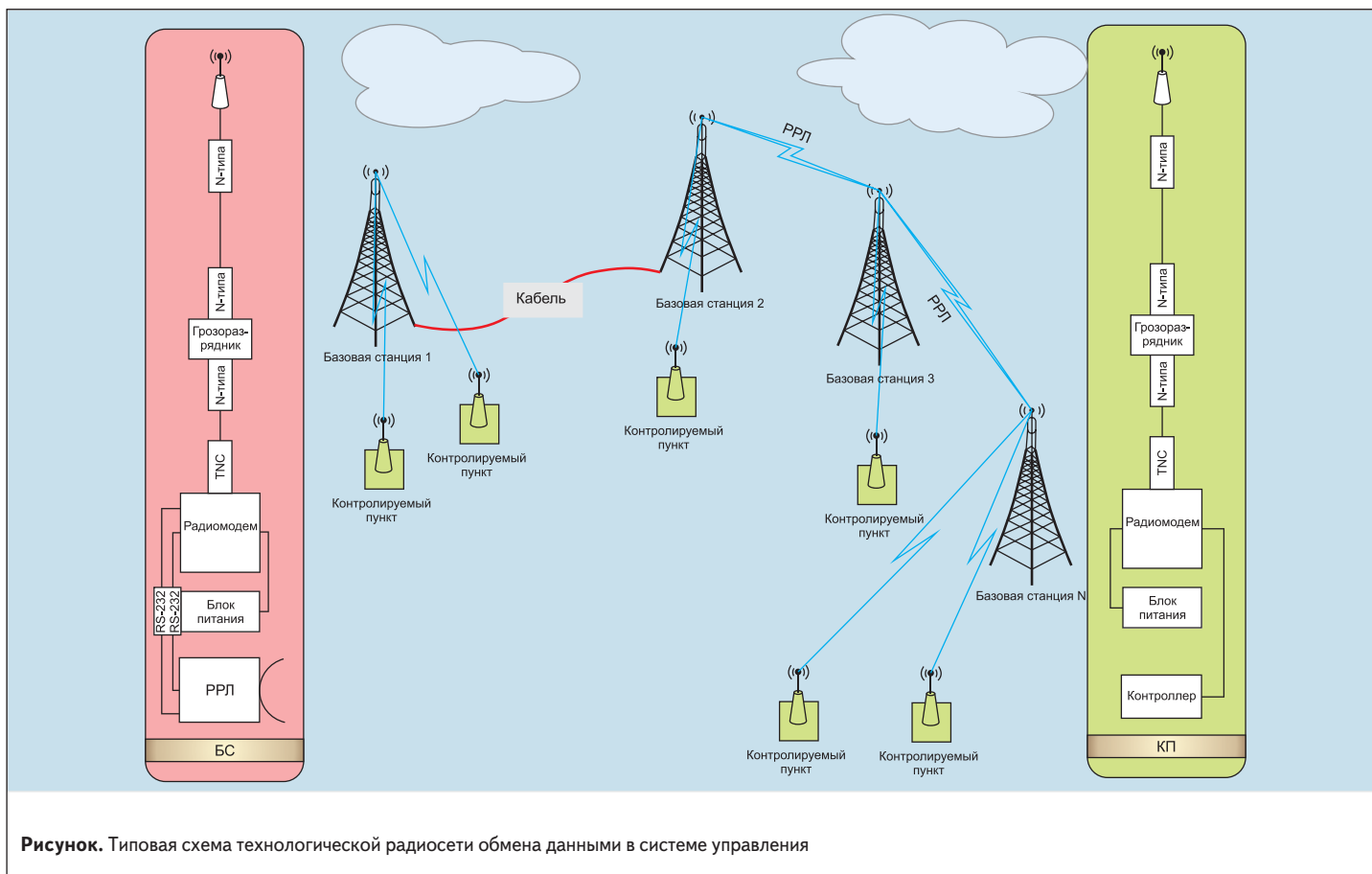


Рисунок. Типовая схема технологической радиосети обмена данными в системе управления

В связи с вышеизложенным к радиосетям сбора данных и управления АСУ предъявляются следующие основные оперативно-технические требования:

- функционирование радиосети во всей оперативной зоне;
- высокая надежность и живучесть радиосети;
- оперативный и своевременный доступ к ресурсам радиосети;
- минимальные и предсказуемые задержки в доставке информации;
- достаточная пропускная способность для полномасштабного функционирования всех приложений АСУ;
- безопасность циркулирующей в радиосети информации;
- контроль и регулирование использования ресурсов радиосети в различной обстановке;
- возможность функционирования в жестких условиях;
- простота эксплуатации;
- совместимость с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по типовым и нестандартным интерфейсам;
- низкая стоимость эксплуатации;
- простота перемещения и оперативность развертывания в новом районе.

Приведенные выше требования могут иметь различный приоритет при создании радиосетей сбора данных и управления различного назначения и ведомственной принадлежности, но в целом должны учитываться при создании любой радиосети.

В настоящее время в АСУ в энергетике применяются различные радиосети обмена

данными, которые по назначению разделяются на две основные группы⁵:

- Радиосеть общего пользования.

Предназначена для возмездного оказания услуг электросвязи любому пользователю услугами связи на территории Российской Федерации (англ. *public network*) и включает сети электросвязи, определяемые географически в пределах обслуживаемой территории и ресурса нумерации и не определяемые географически в пределах территории Российской Федерации и ресурса нумерации, а также сети связи, определяемые по технологии реализации оказания услуг связи.

- Технологическая радиосеть.

Ранее ведомственная или корпоративная (англ. *private network*). Предназначена для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются собственниками или иными владельцами этих сетей.

К первой группе относятся радиосети, доступ к которым предоставляется владельцем радиосети для всех желающих пользователей, ко второй — радиосети, в которых работают только пользователи владельца сети. Радиосети обеих групп могут строиться с применением одинаковых технологий, однако назначение радиосети принципиально

определяет ее возможности при обслуживании работы АСУ.

Радиосети общего пользования содержат сети сотовой связи различных стандартов, сети операторов профессиональной мобильной связи диапазона ультракоротких волн (УКВ) — обычно транковые радиосети и широкополосные сети связи и передачи данных сверхвысокой частоты (СВЧ), включая наземные и спутниковые.

Технологические радиосети включают сети профессиональной мобильной связи УКВ-диапазона (транковые⁶ и конвенциональные⁷) и широкополосные сети передачи данных сверхвысокой частоты (СВЧ), в том числе наземные и спутниковые.

Ниже рассматриваются вопросы, связанные с созданием и эксплуатацией только конвенциональных радиосетей обмена данными УКВ-диапазона, как наиболее широко распространенных и применяемых для создания АСУ в энергетике.

Сравнительные характеристики радиосетей общего пользования и технологических радиосетей обмена данными

Краткая сравнительная информация для радиосетей обмена данными общего пользования (РОП) и конвенциональных технологических радиосетей обмена данными представлена в таблице.

⁵ Федеральный закон «О связи» № 126-ФЗ от 07.07.2003.

⁶ Многоканальная радиосеть с автоматическим предоставлением доступа к каналу, в которой ограниченное число каналов используется всеми абонентами. Свободный канал выделяется клиенту только на время сеанса связи.

⁷ Радиосеть с ручным предоставлением доступа к каналу, в которой канал выбирается пользователем и закрепляется за ним на весь период работы.

Возможности радиосетей обмена данными общего пользования по обеспечению работы АСУ

Анализ представленных в таблице данных позволяет сделать вывод о том, что по оперативно-техническим параметрам радиосети общего пользования могут предназначаться для создания только систем мониторинга и не в состоянии в полном объеме выполнить требования, предъявляемые к современным АСУ. Они принципиально не могут применяться для

обеспечения работы ответственных АСУ, связанных с управлением устройствами телемеханики в добыче и транспортировке нефти и газа, а также диспетчерским управлением в электроэнергетике, которые предъявляют повышенные требования к надежности функционирования радиосети и срокам доставки информации.

Следует отметить, что в настоящее время обратно значительное количество комплексов мониторинга и сбора данных на базе радиосетей общего пользования, в первую очередь

сетей сотовой связи. Создание таких сетей на первый взгляд кажется весьма эффективным и несложным решением, поскольку одна из наиболее серьезных задач в рамках такого комплекса — доставка данных между пунктом управления и контролируемым пунктом — выполняется через имеющуюся радиосеть, развернутую и сопровождаемую за счет средств компаний — операторов сотовой связи.

Серьезными преимуществами таких комплексов являются оперативность развертывания и относительно невысокие начальные финан-

Таблица. Сравнение оперативно-технических характеристик радиосетей обмена данными общего пользования и технологических радиосетей обмена данными

Характеристика	Радиосеть обмена данными общего пользования (РОП)	Технологическая радиосеть обмена данными (ТРОД)	Отличия
Оперативная зона	Определяется оператором в зависимости от плотности размещения платежеспособных пользователей	Должна охватывать все районы размещения контролируемых пунктов	РОП может строиться районированно, покрывая только зоны с достаточной плотностью платежеспособных абонентов. ТРОД не может иметь мертвых зон и должна обеспечивать работу в любой точке, где устанавливаются контролируемые объекты.
Структура данных и приложения	Обмен длинными сообщениями, перекачка файлов, доступ в Интернет	Передача коротких сообщений, обмен данными различной длины	В РОП более высокие скорости обмена данными, что важно, например, при доступе в Интернет. Однако скорость обмена данными не имеет решающего значения для обмена короткими сообщениями, более важен протокол обмена данными, время занятия и освобождения канала связи, исключение повторной передачи. Применяемые в ТРОД специализированные протоколы обмена данными, существенно меньшие временные затраты на получение доступа и освобождение радиоканала обеспечивают адекватную пропускную способность при решении специфических задач пользователей автоматизированных систем управления в энергетике.
Время установления соединения	Может составлять десятки секунд	Миллисекунды, то есть немедленно по запросу	В РОП соединение производится посредством набора номера, и задержки при соединении не приводят к серьезным последствиям. Критически важные приложения пользователей ТРОД должны получать доступ к радиосети немедленно, поскольку это обусловлено требованиями технологического процесса.
Задержки при доступе к радиосети	Допускаются	Не допускаются	В РОП задержки в доступе или даже отказ в обслуживании — обычное явление, воспринимаемое абонентами как досадная, но неизбежная издержка. Пользователи ТРОД должны получать доступ к радиосети гарантированно и немедленно, поскольку во многих случаях задержка может повлечь за собой нарушение безопасности и создать предпосылку к аварии.
Режим работы	Определяется оператором	Круглосуточный, непрерывный	В РОП вывод оборудования из оперативного использования, например в ночное время для выполнения технического обслуживания, производится по плану оператора. ТРОД должны находиться в постоянной готовности и работать круглосуточно. Плановое техническое обслуживание производится по плану владельца ТРОД и, как правило, предполагает использование резервного комплекта оборудования для обеспечения непрерывности работы радиосети.
Безопасность	Относительно низкая. Определяется оператором и принятой у него политикой безопасности	Высокая. Информация циркулирует внутри информационной системы владельца радиосети	Право работы в РОП получает любой абонент, оплативший услугу. Циркулирующие в радиосети данные проходят через информационную систему оператора связи. В ТРОД работает только проверенный и допущенный к работе персонал и специализированное оборудование. Даже при сопряжении этих сетей физическое отделение передаваемых в ТРОД служебных данных от данных пользователей РОП обеспечивает их более высокую безопасность. Кроме того, для обеспечения безопасности применяются специальные организационно-технические решения, использование которых в РОП невозможно или экономически нецелесообразно.
Вероятность потери данных	Допускается	Не допускается	В РОП не обеспечивается гарантированная доставка данных абоненту (например, SMS или отключение услуги GPRS в периоды перегрузки радиосети). В ТРОД потери данных исключены.
Надежность	Определяется оператором	Высокая	Надежность работы РОП объективно ниже, что обусловлено решаемыми задачами. Для ТРОД высокая надежность и живучесть — одно из наиболее важных требований, которое обеспечивается выполнением комплекса специальных мероприятий.
Время доставки сообщения	Допускается задержка	Немедленно	Во многих случаях данные в РОП доставляются с большими задержками, длительность которых может варьироваться в широких пределах. Время доставки может изменяться в пределах, размер которых неприемлем для надежного функционирования автоматизированных систем управления. В ТРОД задержки в доставке данных строго регламентированы и минимальны. Одинаковые временные затраты на выполнение типовых операций обеспечивают условия для надежной работы автоматизированной системы управления.
Перегрузка радиосети	Допускается	Не допускается	Пропускная способность РОП определяется коммерческими потребностями и возможностями, допускает перегрузку радиосети, поскольку количество абонентов постоянно изменяется, а распределение пользователей между обслуживающими их базовыми станциями непредсказуемо. Несмотря на то, что РОП проектируются с учетом вероятной максимальной нагрузки, последняя резко изменяется в зависимости от складывающейся обстановки. ТРОД проектируются с учетом пиковых нагрузок в радиосети, количество подключенных абонентов регулируется в зависимости от складывающейся обстановки и текущих потребностей. Каналы и оборудование ТРОД во многих случаях резервируются.
Отказоустойчивость	Определяется оператором	Высокая	По ряду объективных и субъективных причин РОП имеют низкую отказоустойчивость, что проявляется в первую очередь в чрезвычайных ситуациях. Например, в период отключения электропитания в США и Канаде в 2004 году все РОП прекратили свою работу. То же случилось и в период ликвидации последствий цунами на Филиппинах в 2004 году и урагана «Катрина» в США в 2005 году. Возможности операторов РОП по восстановлению собственных сетей связи объективно ограничены (например, зависимостью от оперативности доступа специалистов в зону аварии и отсутствием технических средств и специалистов для ликвидации масштабных аварий одновременно на нескольких участках). Во всех трех вышеупомянутых случаях ТРОД продолжали работать в течение всей кризисной ситуации.
Коэффициент готовности	Определяется оператором	Высокий	Во многих случаях производители аппаратуры для РОП заявляют очень высокий коэффициент исправного действия — 99,99 (реально он несколько ниже). Однако время простоя оборудования в этом случае составляет десятки часов в год. ТРОД должна функционировать непрерывно и восстанавливаться за очень короткий срок (резервные комплекты оборудования, дублирование основных подсистем, применение оборудования с более высокими техническими характеристиками, в том числе обеспечивающими работу в жестких условиях эксплуатации и т. д.).

совые затраты. Однако на этом преимущества заканчиваются.

Использование сети сотовой связи для обеспечения работы автоматизированной системы диспетчерского управления любого назначения является для компании-оператора «непрофильной» услугой. В соответствии с действующими тарифными планами оплата услуг по передаче данных по каналам сотовой связи, например по каналам пакетной радиосвязи общего пользования GPRS⁸, производится по объему переданной информации. Объем данных, генерируемых АСУ в энергетике, оказывается крайне малым. Так, в течение суток 1000 контролируемых пунктов, ежеминутно передающих данные о состоянии технологического процесса, в течение 24 часов работы посылают в сеть около 17 Мбайт данных (12 байт × 1000 КП × 60 сеансов × 24 часа = 17 280 000 байт), что при стоимости \$0,25 за мегабайт⁹ составляет около \$4,25 в сутки, или \$1551 в год (\$1,55 на один КП в год — практически бесплатно). Таким образом, обслуживание автоматизированной системы управления по действующим тарифам оказывается для оператора системы сотовой связи финансово необоснованным.

Функционирование АСУ имеет свои особенности, обусловленные необходимостью оперативной передачи большого количества сообщений очень малого объема. Такой характер потока данных накладывает дополнительную нагрузку на радиосеть обмена данными общего пользования, в которой в основном передаются относительно длинные сообщения (например, электронная почта, информация из сети Интернет, мультимедиа-данные). Существующие и перспективные радиосети общего пользования оптимизированы для передачи именно таких сообщений. Учитывая, что при работе АСУ основное время при доступе к каналу связи затрачивается на выполнение процедур связи, а собственно информационный поток оказывается мизерным, она становится «иногородной» для радиосети общего пользования. АСУ потребляет ресурсы, неадекватные потребностям «обычных» пользователей, без генерации потока данных, который может окупить эти ресурсы.

В связи с тем что оплата работы АСУ по действующим тарифам является неприемлемой для компании-оператора, существующие системы обслуживаются по специальным тарифам, размер которых для различных регионов и операторов составляет не менее 200 рублей в месяц¹⁰. В принципе он должен быть максимально приближен к среднему по отрасли размеру ARPU¹¹ и изменяться вместе с ним¹², а в идеале — превышать размер среднего ARPU, поскольку функционирование АСУ связано с дополнительной нагрузкой на сеть оператора и более высокими по сравнению с другими пользователями накладными расходами.

В результате относительно небольшие затраты абонента на этапе подключения к радиосети общего пользования «компенсируются» на этапе ее эксплуатации, который (по мировому опыту) должен составлять не менее 12 лет.

Например, ежегодная стоимость услуг связи функционирующего на базе сети сотовой связи комплекса мониторинга на 1000 КП составит не менее $\$14,2 \times 1000 \text{ КП} \times 12 \text{ месяцев} = \$172\,400$, или более \$2 млн за двенадцать лет.

Как правило, финансовые средства на оплату услуг связи в интересах обеспечения функционирования АСУ выделяются из бюджета энергетической компании и предназначены для совершенствования инфраструктуры. В случае использования сотовой связи основная часть финансовых средств на ее создание расходуется на оплату услуг сотовой связи. Средства, выделяемые на создание АСУ, на практике вместо целевого применения на развитие собственной инфраструктуры связи направляются на оплату услуг сторонних организаций. В результате энергетическая компания получает доступ к возможности реализации ограниченного набора функций мониторинга, но лишается собственной системы связи, незаменимой и обязательной в чрезвычайных ситуациях, в угрожаемый и особый период.

Основные затраты по проекту создания и эксплуатации АСУ в случае использования сети сотовой связи распределяются на весь период эксплуатации и не поддаются реальной оценке на этапе ее проектирования и развертывания. Поскольку стоимость услуг связи может меняться в значительных пределах в зависимости от объемов трафика и тарифов, которые определяются сотовым оператором исходя из рыночной ситуации, ежегодные объемы финансирования эксплуатации АСУ оказываются слабо предсказуемыми. Часто изменение тарифов (обычно в сторону увеличения) происходит после утверждения годового бюджета энергетической компании, а сотовый оператор имеет возможность манипулировать тарифом для удовлетворения естественного стремления увеличить прибыльность собственного бизнеса (ARPU). Такие манипуляции практически не могут контролироваться руководством энергетической компании. В результате финансовое обеспечение эксплуатации АСУ постоянно находится под угрозой срыва, а нагрузка на бюджет в конечном итоге оказывается достаточно высокой.

При использовании сотовой сети связи возможности АСУ ставятся в прямую зависимость от планов оператора по развитию собственной сети — АСУ в энергетике будет работать только там, где имеется сотовая связь. Между тем очень часто у энергетической компании возникают потребности в расширении АСУ, в частности, для новых районов городской застройки, где плотность населения еще не достигла уровня, который оператор сотовой связи считает достаточным для развертывания собственных средств.

Функционирование АСУ полностью подчиняется планам оператора сотовой связи

по поддержанию собственной инфраструктуры в работоспособном состоянии. Плановые и внеочередные отключения базового оборудования для проведения технического обслуживания и ремонта проводятся оператором сотовой связи без уведомления пользователей и тем более без согласования с ними графика проведения работ. В результате в период проведения регламентных работ на аппаратуре подобного оператора полностью работоспособная АСУ будет простаивать из-за отсутствия связи.

Зависимость АСУ от сотовой сети связи создает реальную угрозу безопасности населения города. Общеизвестно, что в кризисных ситуациях и в особый период многократно возрастают нагрузки на системы связи и их работа существенно осложняется (в первую очередь это касается сотовой связи). В итоге работа АСУ становится невозможной именно в тот период, когда она жизненно необходима. Аналогичная ситуация складывается и в повседневной обстановке, к примеру, при проведении массовых мероприятий: в местах значительного скопления людей, использующих сотовую связь, многократно увеличивается нагрузка на базовые станции, обслуживающие район скопления, что приводит к неминуемым отказам в доступе и сбоям в работе сотовой связи. Предпринимаемые операторами сотовой связи усилия по предотвращению таких ситуаций, скажем, за счет временного развертывания в зоне дополнительных мобильных базовых станций, оказываются недостаточно эффективными из-за организационных трудностей, невозможности во многих случаях точно предсказать место возникновения и масштабы кризисных ситуаций, а также из-за объективно ограниченных технических возможностей, позволяющих локализовать подобные ситуации.

Существующие технологии сотовой связи, те же GPRS/EDGE, не в состоянии в полном объеме обеспечить выполнение требований, предъявляемых современной АСУ предприятий ТЭК, таких как:

- Непрерывность связи.

Основная причина, по которой радиосети общего пользования не рекомендуется применять для обеспечения работы АСУ, — непредсказуемость их функционирования. Действие радиосети сотовой связи в значительной степени зависит от текущей нагрузки (количества одновременно работающих абонентов). Изменения этой нагрузки предусмотреть очень сложно, а потому даже в самых современных сетях сотовых операторов возможны отказы от обслуживания и задержки в предоставлении доступа к сети. Передача данных в режимах GPRS/EDGE для операторов сотовой связи является второстепенной, поэтому даже при незначительном возрастании голосового трафика выделяемые

⁸ GPRS (англ. General Packet Radio Service — пакетная радиосвязь общего пользования) — надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных. GPRS позволяет пользователю сети сотовой связи производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе с Интернетом. GPRS предполагает тарификацию по объему переданной/полученной информации, а не по времени подключения.

⁹ Тарифы на передачу данных могут отличаться в зависимости от региона и компании-оператора.

¹⁰ В зависимости от региона и оператора сети сотовой связи эта цифра может быть в несколько раз выше.

¹¹ ARPU (англ. Average revenue per user, средняя выручка на одного пользователя) — показатель, используемый телекоммуникационными компаниями и означающий среднюю выручку (обычно за месяц) в расчете на одного абонента. Также данный показатель используется и другими ориентированными на потребителя телекоммуникационными (в частности, интернет-провайдерами) ИТ-компаниями и др.

¹² По оценкам экспертов, средний ARPU сотовых компаний составляет \$14,2 и в ближайшем будущем вырастет до \$17,00.

для обслуживания обмена данными ресурсы сотовой сети могут сокращаться.

- Надежность связи.

Технологические особенности организации радиосетей сотовой связи второго поколения (2G, к этому поколению относятся все основные существующие сети операторов сотовой связи) не позволяют гарантированно доставлять отправленные сообщения. Доступ к радиосети в режимах GPRS/EDGE в процессе работы АСУ может периодически пропадать. Эта ситуация не изменится и после появления сетей связи третьего поколения 3G, поскольку наряду с возрастанием скорости обмена и общей пропускной способности этих радиосетей пропорционально увеличится и нагрузка на них за счет обмена мультимедийной информацией (MMS, интерактивное телевидение, скоростной доступ в Интернет и т. п.).

- Оперативность связи.

Использование коротких сообщений SMS не гарантирует своевременную доставку информации для ее обработки вычислительным комплексом АСУ. В этом случае автоматизация части функций АСУ, связанных с выполняемыми в реальном масштабе времени расчетами, становится принципиально невозможной, поскольку осуществление всех этих функций обусловлено необходимостью получения полных сведений в масштабе времени, близком к реальному.

- Продолжительность срока эксплуатации.

Технологии сотовой связи бурно развиваются. В настоящее время практически все операторы сотовой связи в Российской Федерации ведут активные работы по развертыванию радиосетей сотовой связи третьего поколения (3G), а за рубежом уже созданы экспериментальные сети четвертого поколения (4G). С внедрением новых технологий владельцы АСУ вынуждены полностью модернизировать собственные системы. Таким образом, в течение назначенного срока эксплуатации АСУ, ее владельцу придется несколько раз модернизировать оборудование обмена данными, подстраиваясь под оператора сети связи.

Поскольку развертывание новых сетей предполагает крупные финансовые затраты, а их технические возможности существенно шире, операторы сотовой связи имеют все объективные основания для увеличения тарифов, что негативно сказывается на эксплуатации созданной АСУ.

Радиосети обмена в сотовых сетях строятся на GPRS-модемах, которые создаются на базе GSM-модулей, выпускаемых небольшой группой производителей. Эти модемы оптимизированы для подключения к информационной сети Интернет, однако обеспечение работы АСУ в энергетике предъявляет к этим устройствам совершенно иные требования, которые предусматривают:

- необходимость поддержки основных сервисов сотовой сети: GPRS/EDGE, CSD и SMS;

- наличие интерфейсов подключения к оборудованию контролируемых пунктов: RS-232, RS-485, Ethernet;
- конструктивное исполнение, обеспечивающее монтаж на DIN-рейку;
- возможность эксплуатации в жестких условиях;
- поддержку работы в необслуживаемом режиме;
- оперативное автоматическое восстановление соединения;
- автоматический переход в рабочий режим после сбоев и аварий;
- дистанционный мониторинг технического состояния и удаленную подстройку рабочих параметров;
- высокую надежность и живучесть;
- малое время доступа к каналу связи;
- гарантированную доставку сообщений в установленные сроки.

В настоящее время ни один из известных GPRS-модемов не обеспечивает выполнение всех этих требований, а реализация отдельных из них приводит к усложнению сети с соответствующим снижением надежности и увеличением затрат на ее создание и эксплуатацию.

Развертывание сетей обмена данными на GPRS-модемах сопряжено с серьезными и не всегда преодолимыми на практике следующими техническими ограничениями:

- установка должна производиться в точках, где имеется электромагнитная доступность минимум к двум базовым станциям сотовой сети;
- использование двух SIM-карт для одновременного подключения к сетям различного сотовых операторов;
- обеспечение уверенного приема сигнала. Малая выходная мощность радиомодема не позволяет монтировать антенну на значительном удалении от модема, в точке с наиболее подходящими параметрами для приема сигнала базовой станции;
- автоматический контроль баланса счета обеих SIM-карт и оповещение в случае его снижения до заданного уровня.

Таким образом, сети обмена данными общего пользования имеют ограниченные возможности по обеспечению функционирования АСУ в энергетике.

Возможности технологических радиосетей обмена данными по обеспечению работы АСУ

Технологические радиосети создаются на оборудовании и с помощью технических решений, изначально предназначенных для реализации специфических задач, связанных с удаленным автоматизированным (а в некоторых случаях автоматическим) управлением и сбором данных, с учетом особенностей их функционирования и предъявляемых к ним оперативно-технических требований. Поскольку реализовать с одинаковой степенью эффективности все требования АСУ

предприятий ТЭК в рамках одного типа оборудования или одного, даже самого совершенного на сегодня технического решения, невозможно, перед владельцем и пользователем системы всегда встает необходимость выбора. Выбор технического решения производится с учетом реальных задач, решаемых в рамках создаваемой автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления.

Область применения технологических радиосетей обмена данными в АСУ определяется следующими основными оперативно-техническими возможностями и преимуществами:

- гарантированная надежность¹³ работы (радиосеть создается и управляется ее владельцем с учетом его персональных требований к надежности функционирования);
 - высокая живучесть¹⁴ радиосети в различной обстановке (требование к живучести закладывается на этапе проектирования радиосети ее владельцем и, как правило, оказывается выше, чем в радиосетях общего пользования);
 - рабочая зона, полностью перекрывающая район использования находящихся под управлением АСУ средств (реально построенные технологические радиосети имеют оперативную зону более 1 млн 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 энергетической компании, параметры ее работы и оперативная зона могут изменяться ею 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 окружающей среды.
- Технологические радиосети обмена данными используются для обслуживания АСУ в энергетике и строятся на оборудовании, имеющем различные технические характеристики. В связи с этим наиболее показательными являются примеры использования таких радиосетей и их функциональных возможностей. ■

Продолжение следует

¹³ Надежность (англ. reliability) — свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»].

¹⁴ Живучесть (англ. survivability) — свойство системы, характеризующее способность выполнять установленный объем функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах [ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»].