

Технический бюллетень 33 часть 1 (из цикла «Дедушка¹ топит за технологическую радиосеть»).

УЗКОПОЛОСНЫЕ РАДИОСЕТИ ОБМЕНА ДАННЫМИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ, КТО ОНИ?

В настоящем выпуске нашего технического бюллетеня представлена краткая информация о современных узкополосных беспроводных сетях обмена данными. Дедушка российской радиосвязи со своей колокольни рассуждает о явлении «узкополосного промышленного Интернета вещей» народу и предлагает собственное решение для быстрого и достаточно безопасного внедрения этой технологии в промышленности, сельском хозяйстве и на транспорте, не забывая о других сферах человеческой деятельности. Изложено частное мнение, с которым можно легко не согласиться, но очень трудно опровергнуть.

1 В начале было Слово²

Применительно к новой технологии, которая в настоящее время приобрела немалую популярность, это Слово (определение) звучало так: «Интернет вещей ([англ. internet of things, IoT](#)) – концепция сети передачи данных³ между физическими объектами («вещами»), оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой».



(Фото с сайта https://www.cnews.ru/articles/2020-01-28_chno_nuzhno_dlya_razvitiya_promyshlennogo)

¹ Дедушке посчастливилось многому научиться у канадских специалистов, которые создали и испытали первую в мире узкополосную технологическую радиосеть обмена данными, а потом на протяжении почти тридцати лет организовывать и направлять практическую работу проектировщиков, инженеров и программистов по развертыванию таких радиосетей у нас в стране и за рубежом.

² Первая строка Евангелия от Иоанна (Новый Завет), множество вариантов перевода и толкования которой дают разные уровни понимания смысла.

³ Дедушка предпочитает использовать термин «обмен данными», поскольку циркулирующая в сети информация не только передается, но и принимается.

Первоначально концепция «Интернета вещей», зародившаяся в 1999 году, была сосредоточена вокруг применения средств радиочастотной идентификации. Передачу данных предполагалось производить от радиочастотных меток RFID (Radio Frequency Identification), содержащих информацию об объекте. Позже концепция получила новое толкование, наполнившее его технологическим содержанием, предполагающим использование перспективных технологий, прежде всего, беспроводных сетей обмена данными, облачных вычислений, межмашинного взаимодействия и программно-определяемых сетей.

Затем появилось и новое понятие, ставшее попыткой перенести эту технологию уже в промышленность: «Промышленный Интернет вещей ([англ. Industrial Internet of Things, IIoT](#)) – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных к ним промышленных (производственных) объектов со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека».

То есть «материнская» концепция сети обмена данными между «неживыми» предметами, первоначально сформулированная как осмысление перспектив широкого применения средств радиочастотной идентификации для взаимодействия физических предметов между собой и с внешним окружением, превратилась в супер-пупер полнофункциональную систему сбора данных и управления, включающую в себя не только средства связи, в первую очередь, беспроводной, но также и полный спектр аппаратно-программных средств, применяемых для автоматизации различных технологических процессов.

Кстати, не лишним будет напомнить, что «автоматизированный режим»⁴ в системе управления в отличие от «автоматического»⁵, всегда предполагает участие человека. Да и в автоматическом режиме работы любой системы функция контроля все равно пока остается за последним (тема управления с использованием принципов искусственного интеллекта не является содержанием настоящей статьи). Так что исключать из процесса человеческое участие пока рановато будет.

Но чем это все отличается от старых и добрых промышленных сетей обмена данными, в которых назначенный старшим контроллер не только самостоятельно (сиречь, «без участия человека») запрашивает и получает данные от своих собратьев в сети, но еще и удаленно управляет их действиями по заданной программе? Похоже, можно смело утверждать, что прототип «Промышленного Интернета вещей» родился вместе с первыми контроллерами⁶ и промышленными протоколами обмена данными уже несколько десятков лет назад.

А теперь новое понятие «Промышленный Интернет вещей» было смело и решительно распространено вообще на все сферы деятельности человека. В ныне действующих руководящих документах используется вот такая уже практически официальная

⁴ **Автоматизированная система управления (АСУ)** является одним из видов систем управления, которые включают в себя технические средства, обеспечивающие замену труда человека (физического, умственного), но требуют затрат труда человека для управления и обслуживания.

⁵ **Автоматическая система управления** включает в себя управляющее устройство, средства сбора и обработки информации. Человек в таких системах требуется только для обслуживания системы и контроля.

⁶ Первым в мире программируемым контроллером (ПК) в 1968 году стал Modicon 084 (1968) ([от англ. modular digital controller](#)), спроектированный в прочном корпусе, без вентиляторов, переключателя ON/OFF и отверстий для циркуляции воздуха с расчетом на тяжелые условия эксплуатации. Контроллеры этой марки использовались и при создании первой узкополосной технологической радиосети обмена данными (прим. автора).

интерпретация: «Интернет вещей» (IoT) является совокупностью сетей межмашинных коммуникаций и систем хранения/обработки больших данных, в которых за счет подключения датчиков и актуаторов⁷ (исполнительных механизмов) к сети реализуется цифровизация различных процессов и объектов. Использование полученных данных позволяет проводить оптимизацию процессов и объектов на базе новых алгоритмов, а обратная связь с актуаторами позволяет реализовывать эту оптимизацию на практике без существенных затрат. Внедрение «Интернета вещей» позволяет через цифровизацию процессов и объектов снизить расходы и повысить производительность труда практически в любой отрасли»⁸.

Обычному (нормальному или, как принято говорить, «неподготовленному») человеку не очень-то понятно, но... Ничего не напоминает?

А как же старое, доброе и прекрасно зарекомендовавшее себя на практике понятие «Автоматизированная система управления технологическим процессом» (АСУ ТП)⁹? Давайте попробуем найти хотя бы три принципиальных отличия между «новым» и «старым» понятиями. Сравнительная информация представлена в таблице ниже.

№	Характеристика	Промышленный Интернет вещей	АСУ ТП
1.	Назначение:		
	– сбор данных	да	да
	– обмен данными	да	да
	– удаленный контроль	да	да
	– удаленное управление в автоматизированном и автоматическом режимах	да	да
2.	Состав:		
	– датчики	да	да
	– контроллеры	да	да
	– средства обмена данными	да	да
	– средства обработки и визуализации данных	да	да
3.	Области применения:		
	– промышленность	да	да
	– транспорт	да	да
	– сельское хозяйство	да	да
	– жилищно-коммунальное хозяйство	да	да

⁷ **Актуатор** – законченное универсальное исполнительное устройство (синонимы: привод, электропривод) с мотором или без мотора (электромеханическое или механическое), управляемое с помощью устройства управления. Расшифровка приведена для нормальных специалистов, умеющих и привыкших общаться на русском языке без участия нерадивых (чтобы не сказать «безграмотных») толмачей. Дедушка имеет диплом референта-переводчика китайского и английского языков, поэтому уверен, что настоящие переводчики в данном случае его не осудят за использование слова «толмач».

⁸ Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, приказ от 29.03.2019 № 113 «Об утверждении концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации, <https://vaiti.io/naczionalnye-standarty-v-oblasti-interneta-veshhej>.

⁹ **Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП)** – совокупность технических средств для автоматического сбора, переработки и представления информации в виде компьютерных программ, позволяющих управлять по заданным параметрам технологией и оборудованием.

Так в чем же принципиальные отличия модного и перспективного «промышленного Интернета вещей» от давно реализованных на практике и уже зарекомендовавших себя тысяч «рабочих лошадок» АСУ ТП? В результате длительного мозгового штурма дедушке не удалось найти ни одного.

А вот еще одно пояснение из того же официального документа: «В настоящее время устройства IoT подключаются через широкий набор радиотехнологий в рамках устройств малого радиуса действия, в том числе по таким стандартам как IEEE 802.11¹⁰ и 802.15¹¹, а также с использованием сетей сотовой подвижной связи стандартов GSM, UMTS и LTE. Тем не менее, в дополнение к данным существующим решениям был разработан новый класс радиотехнологий для подключения широкого круга устройств IoT, в том числе в самых сложных условиях размещения таких устройств, оптимизированных для обслуживания различных датчиков и сенсоров, работающих долгое время от аккумуляторов. Данный класс радиотехнологий получил название узкополосные беспроводные сети связи «Интернета вещей», которые содержат в себе беспроводные радиоинтерфейсы передачи небольших по объему данных на значительные расстояния, в первую очередь, для распределенных сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и сбора информации».

2 «Истина рождается в споре»¹²

Дедушка не ставит перед собой задачу «разбирать по косточкам» и, тем более, критиковать вышеупомянутый документ, выдержки из которого послужили основанием для написания настоящей статьи и авторского гонорара. Однако, тут возникают резонные дополнительные вопросы, один из которых можно сформулировать так: «Разработан новый класс радиотехнологий, который получил название узкополосные беспроводные сети связи «Интернета вещей» – что за такой новый класс, включен ли он уже в Федеральный закон «О связи» или другие профильные руководящие документы и в чем его отличительные особенности? В тексте упоминаются устройства малого радиуса действия и технологии (сети) обмена данными, относящиеся к категории сетей связи общего пользования¹³, имеющие более широкое предназначение, нежели просто «Интернет вещей», тем более, «промышленный». И да, технологии WiFi (стандарт IEEE 802.11), равно как и технологии сотовой связи достаточно эффективно применяются для решения отдельных прикладных задач в промышленности.

¹⁰ **IEEE 802.11** – набор стандартов беспроводной связи с использованием радиоволн (частотные диапазоны 0,9; 2,4; 3,6; 5; 6 и 60 ГГц) и видимого света (так называемый Li-Fi), предназначенный для создания компьютерных сетей. Широко известен по названию Wi-Fi, фактически являющемуся брендом, предложенным и продвигаемым организацией Wi-Fi Alliance.

¹¹ **IEEE 802.15** – рабочая группа IEEE, входящая в комитет стандарта IEEE 802. Группа занимается определением стандарта беспроводных персональных сетей WPAN (Wireless personal area network). Включает в себя семь целевых групп, одной из которых является WPAN/Bluetooth.

¹² Фраза принадлежит, предположительно, древнегреческому философу Сократу.

¹³ **Сеть связи общего пользования** – сеть связи общего пользования предназначена для возмездного оказания услуг электросвязи любому пользователю услугами связи на территории Российской Федерации и включает в себя 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. Сеть связи общего пользования представляет собой комплекс взаимодействующих сетей электросвязи, в том числе сети связи для трансляции телеканалов и (или) радиоканалов. (в ред. Федерального закона от 27.07.2010 N 221-ФЗ).

Претендующие на роль «нового класса радиотехнологий» для «Интернета вещей» решения на основе технологий EC-GSM-IoT¹⁴, eMTC (LTE-eMTC)¹⁵ и NB-IoT¹⁶ представляют собой частные решения на основе стандартов сотовой связи, как и стандарт Long Range Wide Area Network¹⁷ (прим. определение «Long Range» или «большой дальности» не должно вводить в заблуждение, речь идет о радиусе действия в сотни метров и это оборудование по определению относится к устройствам малого радиуса действия) также изначально разрабатывался не только на потребу «Интернета вещей».

Таким образом, применительно к промышленным приложениям в настоящее время речь о «новом классе радиотехнологий для подключения широкого круга устройств IoT» точно не идет, и тут можно обсуждать только отдельные частные технологии, адаптированные для использования в интересах того, что сейчас принято называть «промышленным Интернетом вещей», а по сути – АСУ в общем и АСУ ТП, в частности.

Не стоит забывать о том, что в промышленности на протяжении уже более тридцати лет для обмена данными между объектами (можно назвать их и «различными вещами», поскольку, например, садовый насос и насосы, применяемые в главном циркуляционном контуре, циркуляционной системе для охлаждения конденсаторов турбин и в системе подачи питательной воды на атомной электростанции по сути являются одним и тем же устройством, хотя достаточно сильно отличаются по своим характеристикам, возможностям и исполнению) достаточно широко и успешно применяются узкополосные технологические¹⁸ радиосети обмена данными, обслуживающие работу, в том числе, ответственных автоматизированных систем управления, работающих в жестких условиях эксплуатации практически во всех климатических зонах на действительно «значительные» (десятки, сотни и даже тысячи километров) расстояния. В отдельных случаях (например, при трансляции телеметрической информации с борта космических аппаратов) дальность связи в таких радиосетях может достигать десятков тысяч километров. И да, часть из них использует резервную систему электропитания на аккумуляторных батареях, поскольку это один из методов обеспечения надежности функционирования автоматизированной системы наряду с дублированием наиболее ответственных компонентов и агрегатов. Что, правда, немного противоречит некоторым требованиям к «Интернету вещей», но, все равно, четко и полностью укладывается в понятие АСУ и АСУ ТП. Так что АСУ ТП уже давно имеют «беспроводные радиоинтерфейсы передачи небольших по объему данных на значительные

¹⁴ **Extended Coverage – GSM – Internet of Things (EC-GSM-IoT)** – технология основана на стандарте eGPRS. Изменения, внесенные в eGPRS, позволяют использовать большинство установленных базовых станций для общения с EC-GSM-IoT устройствами без замены или модернизации аппаратного обеспечения.

¹⁵ **Технология eMTC** является адаптацией IoT для LTE сетей. Основной фокус, выделяющий технологию eMTC и определяющий ее рыночную нишу – это высокая пропускная способность (до 1 Мбит/с в каждом направлении от абонента и к абоненту).

¹⁶ **NB-IoT (Narrow Band Internet of Things)** – стандарт сотовой связи для устройств телеметрии с низкими объемами обмена данными. Разработан консорциумом 3GPP в рамках работ над стандартами сотовых сетей нового поколения. Первая рабочая версия спецификации представлена в июне 2016 года.

¹⁷ **Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)** – протокол беспроводной связи, который используется для создания масштабируемых радиосетей с низким энергопотреблением (LPWAN) и большим радиусом действия.

¹⁸ **Технологическая сеть связи** ([англ.](#) private network, прежнее название «ведомственная», или «корпоративная») 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 (Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ).

(прим. действительно значительные) расстояния, в первую очередь, для распределенных сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и сбора информации».

Особенности применения беспроводных сетей связи общего пользования, радиосетей обмена данными малого радиуса действия и технологических радиосетей обмена данными очень хорошо известны и их позиционирование для различных приложений четко определено. Несомненными преимуществами сетей связи общего пользования (по оценке самих пользователей) являются:

- мобильность, то есть возможность оперативного перемещения во всей зоне действия радиосети практически без ограничений;
- возможность обмена большими объемами мультимедийной информации. Кроме обмена речевыми сообщениями, радиосеть позволяет транслировать видео информацию и быстро пересылать фотографии;
- подключение к информационной сети Интернет, позволяющее оперативно получать доступ к имеющейся в этой сети информации, размещать и хранить огромные объемы собственных данных, в том числе, с использованием облачных хранилищ информации;
- наличие роуминга между радиосетями различных операторов, позволяющего существенно расширить зону действия радиосети и даже перенести ее на территорию других государств;
- независимость от промышленного электропитания при возможности подзарядки встроенных аккумуляторов сотовых терминалов;
- возможность подключать дополнительные услуги.

Однако, все эти преимущества имеют весьма опосредованное отношение к «промышленным вещам», то есть к работе промышленных автоматизированных систем управления в целом и автоматизированных систем управления технологическими процессами, в частности.

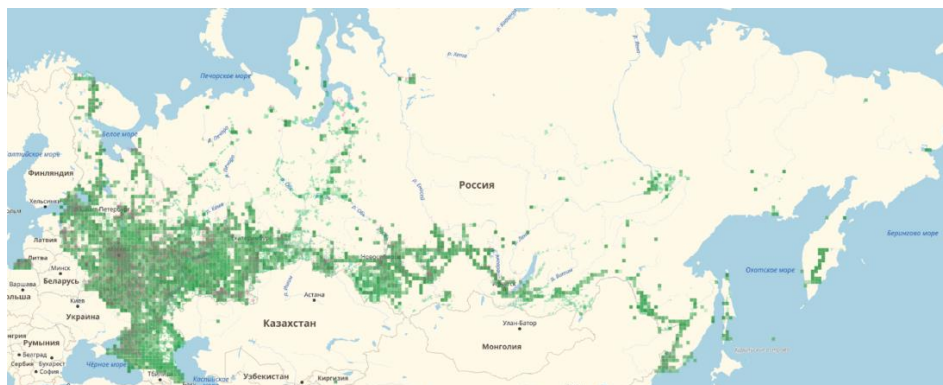
И они сильно обесцениваются принципиальными ограничениями и недостатками, несущественными для «дома», но ключевыми для «промышленности»:

- невозможность обеспечения гарантированного детерминированного¹⁹ времени доставки сообщения (без реализации комплекса специальных мероприятий);
- отсутствие возможности организации работы в реальном масштабе времени;
- относительно низкая безопасность данных, обусловленная свободным доступом к сети «посторонних» пользователей.

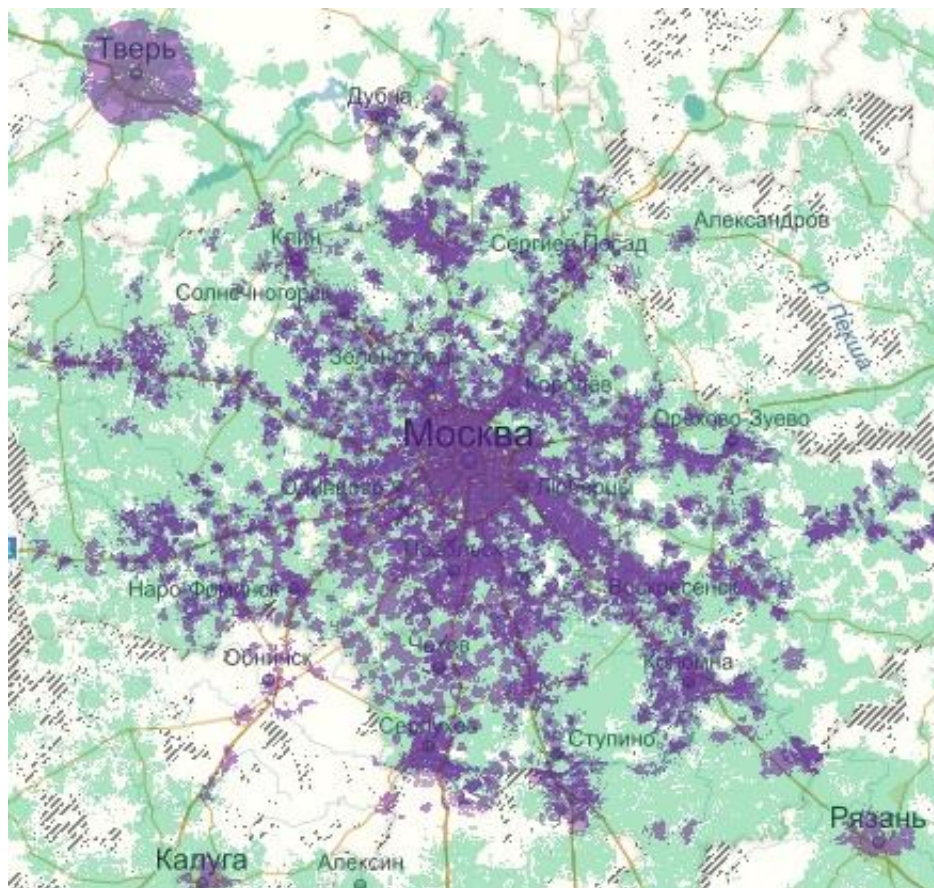
Надежность работы промышленных систем обеспечивается соответствующей подсистемой электропитания, рассчитанной на длительную и бесперебойную работу и поэтому включающую в себя подключение как к основной промышленной электросети (львиная доля «вещей» в промышленности потребляет немало энергии и не может работать от маленькой «батарейки»), так и к резервной сети питания от аккумуляторов, что предполагает, в частности, наличие возможности «запитки» от сетей как переменного, так и постоянного тока. И это далеко не единственная особенность и отличие «промышленных вещей» от «домашних».

¹⁹ **Детерминированность** (от *лат.* *determinans* — *определяющий*) — определяемость. Процесс, исход которого полностью определен алгоритмом, значениями входных переменных и начальным состоянием системы.

Кроме того, такие возможности доступны только в зоне действия радиосети, а по состоянию на 2020 год общее покрытие сотовой связью территории Российской Федерации выглядело примерно так:



Или, применительно в Московскому региону (4G LTE и 3G компании «Мегафон»), вот так:



Зеленым цветом показана зона работы 4G LTE и 3G интернета, которая занимает почти 100% Москвы и 75-80% Московской области, причем LTE покрытие в разы меньше, чем 3G, все остальное – это зона, где нет покрытия, т.е. даже устройство способное работать без специальных внешних 4G LTE 3G антенн и усилителей будет работать в лучшем случае в стандарте 2G.

Ваша система «промышленного Интернета вещей» точно попадает в эти зоны?

Решением Государственной комиссии по радиочастотам при Министерстве информационных технологий и связи Российской Федерации от 7 мая 2007 г. № 07-20-03-001 на территории страны разрешена эксплуатация радиосетей с использованием устройств малого радиуса действия на основе выделенных для свободного доступа полос радиочастот в диапазоне ультравысоких частот (УВЧ)²⁰. Устройство малого радиуса действия – это техническое средство, предназначенное для передачи и (или) приема радиоволн на короткие расстояния (прим. десятки-сотни метров). Данные устройства применяются при условии, что они не создают помех другим радиоэлектронным средствам (РЭС) и не требуют защиты от помех со стороны других РЭС. В эту давно известную категорию как раз и попадает «новый класс радиотехнологий, который получил название узкополосные беспроводные сети связи «Интернета вещей».

Область применения радиосетей обмена данными малого радиуса действия близка по назначению к области применения технологических радиосетей и также определяется следующими оперативно-техническими возможностями и преимуществами, но с существенными ограничениями:

- состояние среды передачи данных не контролируется соответствующими государственными органами. Доступ к радиочастотному ресурсу производится на конкурентной основе – каждый из абонентов выходит на связь, когда у него возникает потребность, независимо от текущей загрузки каналов связи;
- ограниченная оперативная зона без возможности ретрансляции сигнала (дальность связи с установленной регулятором выходной мощностью существенно ограничена);
- отсутствие единых протоколов доступа к каналу связи, обеспечивающих совместную работу группы абонентов без взаимных помех и гарантированную доставку данных в установленные сроки в близком к реальному режиме времени;
- большее по сравнению с технологическими радиосетями время доступа к каналу передачи данных, усугубляемое более низкой скоростью обмена данными, и неприемлемые для большинства автоматизированных систем задержки в доставке данных;
- относительно низкая безопасность данных, функционирующих в технологической радиосети (применяемые технологии имеют слабую защиту от подавления или перехвата, поскольку работа ведется на общедоступном оборудовании, в каналах общего пользования и с невысокой излучающей мощностью);
- существенно более низкая чем у технологических радиосетей обмена данными совокупная стоимость владения (за счет более низкой стоимости оборудования, отсутствия затрат на проектирование радиосетей и развертывание инфраструктуры, а также необходимости оформлять радиочастотное присвоение);
- независимость от «чужой» инфраструктуры связи и возможность развивать ее исходя из реальных потребностей (радиосеть может разворачиваться в любом районе без предварительного согласования с регулятором);
- совместимость с разнородным оборудованием сбора и обработки данных по широко применяемым и детально отработанным интерфейсам;
- простота перемещения, оперативность развертывания в новом районе (не требуется развертывания дополнительной инфраструктуры);
- возможность эксплуатации в жестких условиях (определяется моделями выбранного для работы оборудования).

²⁰ Ультравысокие частоты (УВЧ) – диапазон от 300 МГц до 3 гигагерц (ГГц).

Преимуществами радиосетей обмена данными малого радиуса действия, бесспорно, являются:

- быстрое развертывание сети и установление связи, поскольку отсутствует необходимость тратить время на оформление радиочастотного присвоения;
- относительно невысокие первоначальные затраты;
- возможность использовать весь выделенный спектр частот.

Определенными недостатками радиосетей обмена данными малого радиуса действия также хорошо известны:

- работа неограниченного количества пользователей в совмещенном диапазоне частот, и, как следствие, наличие интерференционных помех и относительно низкая надежность передачи информации;
- необходимость тщательного изучения радиоэлектронной обстановки и продуманного территориально-частотного планирования размещения оборудования;
- необходимость урегулирования отношений с другими пользователями с целью уменьшения взаимного влияния при работе в радиосети.

Основными пользователями радиосетей обмена данными малого радиуса действия являются:

- радиолюбители;
- промышленность и транспорт, где они применяются для управления телемеханическими устройствами и аппаратурой сбора телеметрической информации, а также обеспечения работы противопожарных и охранных систем.

Выделенный для работы радиосетей обмена данными малого радиуса действия радиочастотный ресурс используется различными бытовыми устройствами, включая автомобильную сигнализацию.

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

- гарантированная надежность²¹ работы (радиосеть создается ее владельцем с учетом его индивидуальных требований к надежности функционирования);
- высокая живучесть²² 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 подключенных к радиосети оконечных устройств, как правило, объединенных в автоматизированную систему управления (реально построенные технологические радиосети имеют оперативную зону более миллиона кв. км);

²¹ **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»].

²² **Живучесть** ([англ. survivability](#)) – свойство системы, характеризующееся способностью 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»].

- 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 эксплуатирующей ее организации, 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.

Общеизвестно, что основным требованием к любой АСУ ТП является ее надежность. Какой бы продвинутой и навороченной ни была система управления, ее ценность сведется к нулю, если она будет работать со сбоями. И именно надежность работы в значительной степени определяется возможностями и характеристиками применяемой подсистемы обмена данными.

Так что, как мы видим, для такого колосса, каким видится в настоящее время «промышленный Интернет вещей», сети связи общего пользования и устройства малого радиуса действия являются теми самыми глиняными ногами, на которых ему невозможно не только быстро двигаться, но даже уверенно стоять.

В концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации прямо сказано, что «узкополосные беспроводные сети связи «Интернета вещей» являются частью сетей передачи данных общего пользования и выделенных сетей связи (прим. читай: «технологических радиосетей обмена данными»). И применительно к требованиям по надежности в промышленных системах это очень сильно смахивает на попытку скрестить ужа и ежа.

Ключевым различием между радиосетью общего пользования и технологической радиосетью обмена данными является их первоначальное назначение:

- радиосеть связи общего пользования строится ее владельцем (предприятием связи) с целью получения коммерческой выгоды за счет предоставления услуг связи;
- радиосеть обмена данными малого радиуса действия используется всеми желающими в интересах решения собственных частных задач, как правило, на временной основе;
- технологическая радиосеть строится ее владельцем (промышленным, транспортным или сельскохозяйственным предприятием) с целью обслуживания собственной профильной деятельности и снижения собственных затрат на эксплуатацию.

Так что именно цели создания радиосети определяют и выбор технологических и технических решений для их достижения. Равно как и компромиссы, которые можно принять при их реализации.

(Продолжение следует)

ООО «Независимый исследовательский центр
перспективных разработок» (НИЦПР)

Flexlab
с 1991 года

115583, Москва, ул. Генерала Белова 26, офис 519

Тел. +7 (499) 113 26 98

Факс. +7 (499) 113 26 98

Моб. +7 (915) 465 72 89

E-mail: sm@flexlab.ru

<https://www.flexlab.ru>