

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИЕМОПЕРЕДАЧИ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ
СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ
ОТРАСЛИ**

*Rashidov Azizjon Vohid o'g'li
Vakilova Zarina Zohid qizi
Qarshi Xalqaro Universiteti*

Аннотация:

В статье рассматриваются современные технологии приемопередачи измерительной информации, применяемые для построения сенсорных сетей мониторинга объектов нефтегазовой отрасли. Особое внимание уделяется анализу особенностей и характеристик различных методов передачи данных, включая беспроводные сети, оптические каналы и системы сотовой связи. Описаны ключевые преимущества и недостатки каждого из подходов с точки зрения надежности, энергоэффективности и дальности передачи данных. Приведены примеры применения сенсорных сетей для мониторинга состояния трубопроводов, скважин и других объектов инфраструктуры. Сделаны выводы о перспективных направлениях развития технологий в контексте повышения точности измерений и обеспечения оперативного реагирования на потенциальные угрозы.

Abstract:

The article explores modern technologies for transmitting and receiving measurement information used in the development of sensor networks for monitoring oil and gas industry facilities. Special attention is given to analyzing the features and characteristics of various data transmission methods, including wireless networks, optical channels, and cellular communication systems. The key advantages and disadvantages of each approach are discussed in terms of reliability, energy efficiency, and data transmission range. Examples of sensor network applications for monitoring pipelines, wells, and other infrastructure facilities are provided. Conclusions are drawn on promising directions for technology development to enhance measurement accuracy and ensure prompt response to potential threats.

Ключевые слова: сенсорные сети, передача данных, мониторинг, нефтегазовая отрасль, беспроводные технологии, измерительная информация, энергоэффективность, надежность, системы связи, оптические каналы.

Организация мониторинга технологических параметров и состояния оборудования на базе беспроводных сенсорных сетей набирает все большую

популярность в автоматизации нефтегазовой индустрии. В первую очередь подобный подход направлен на повышение эффективности и безопасности производственного процесса, а также на снижение общих затрат (финансовых затрат).

Опыт зарубежных компаний показал, что беспроводной поход к организации сенсорных сетей может быть вполне эффективным. Так, применение системы мониторинга целостности трубопроводов на заводе по производству битума компании BP Bitummen позволило экономить до 15600 \$ ежедневно за счет сокращения производственных потерь, а внедрение компанией BP беспроводной системы обнаружения утечек на месторождении в г. Гел (Бельгия) обеспечило экономию в 50% относительно стоимости и 90% относительно времени ввода в эксплуатацию аналогичного проводного решения [1, С. 35–36].

В России одним из наиболее вероятных направлений применения беспроводных сенсорных сетей в нефтегазовой отрасли видится трубопроводный транспорт, требующий сбора измерительной информации с объектов, распределенных на достаточно обширных территориях. Поскольку именно при организации масштабных сетей наиболее четко проявляются такие преимущества беспроводных технологии передачи информации как высокая автономность, удобство эксплуатации и обслуживания.

До недавнего времени беспроводная передача информации на сколь-нибудь серьезные расстояния не представлялась возможной, однако на сегодняшний день уже появились и активно развиваются сети на базе LPWAN-технологий, позволяющие решить эту проблему.

LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) представляет собой беспроводную технологию организации глобальных сетей с низким энергопотреблением. Областями применения LPWAN является телеметрия, межмашинное взаимодействие и интернет вещей. Для передачи информации используются радиоканалы нелицензируемого спектра частот: 2,4 ГГц, 868/915 МГц, 433 МГц и 169 МГц. Наиболее часто используемой топологией сетей LPWAN является «звезда».

К сильным сторонам LPWAN прежде всего следует отнести:

- дальность передачи информации более 10 км (в зависимости от условий окружающей среды и используемого протокола максимальное расстояние передачи может достигать 50 км);
- отсутствие необходимости получения частотного разрешения и платы за радиочастотный спектр, вследствие использования не лицензируемых частот;
- низкое энергопотребление сети, способное обеспечить автономную работу входящих в нее устройств на 5–10 лет;

- высокую масштабируемость сети на больших территориях;
- возможность управлять временем задержки соединения, что позволяет интегрировать в сеть устройства, требующие прогнозируемого времени отклика.

К недостаткам LPWAN обычно относят:

- низкую скорость передачи данных, которая варьируется от нескольких сотен бит/с до нескольких десятков кбит/с в зависимости от используемого протокола передачи информации;

- небольшое количество передаваемых сообщений в сутки (обычно 50 – 150 сообщений);

- отсутствие единого стандарта, определяющего физический уровень сети и доступ к ней;

- короткую информационную посылку (4–20 байт).

Среди недостатков особо выделяются низкая скорость передачи данных и ограничение по количеству передаваемых сообщений. И если низкую скорость можно считать неизбежной платой за дальность передачи, то ограничение по количеству передаваемых сообщений представляет собой существенное препятствие, не позволяющее применять LPWAN для построения систем мониторинга количественно изменяющихся параметров в реальном времени.

В настоящее время наиболее динамично развивающимися решениями LPWAN являются: SIGFOX, LoRaWAN, RPMA и Стриж.

Технология SIGFOX, разработанная одноименной французской компанией, появилась в 2009 году. К ее особенностям следует отнести использование протоколов сетевого уровня, закрытых для общего доступа, а также возможность как одно – так и двунаправленной передачи информации. Имеется ограничение по передаваемым сообщениям: устройство может отправлять на базовую станцию до 140 сообщений в день, станция – не более 4 сообщений. В настоящее время сети компании SIGFOX в России отсутствуют, однако достаточно широко распространены в Европе [2]. Технология позволяет передавать информацию на расстояние до 10 км в городе и до 50 км на открытой местности. Каждое передаваемое сообщение содержит в себе уникальный закрытый ключ, позволяющий предотвратить подмену, изменение или воспроизведение подлинных сообщений третьей стороной. Скорость передачи данных составляет около 240 бит/сек. Протокол SIGFOX совместим с уже существующими трансиверами.

RPMA (Random phase multiple access) – проприетарная технология двунаправленной передачи данных, разработанная американской компанией Ingenu. Передача информации по RPMA сети осуществляется на частоте

2,4 ГГц, что сопряжено с большими потерями мощности сигнала при столкновении с препятствиями, чем при организации приемапередачи на

каналах субгигагерцевого диапазона частот. Максимальное расстояние передачи варьируется в пределах 1–3 км в городе и 5–10 км на открытом пространстве. Скорость передачи данных от устройства к базовой станции 624 Кбит/с, от базовой станции к устройству 156 Кбит/с. Длина пакета данных может варьироваться от 6 бит до 10 Кбит. Безопасность информационного обмена обеспечивается шифрованием по AES-128. Основное развитие технология получила пока только в США.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks) – открытый стандарт, объединяющий протокол для организации высокочастотных (поддержка до 1000000 устройств) сетей и особый метод модуляции LoRa (Long Range), которая основывается на технологии модуляции с расширенным спектром и вариации линейной частотной модуляции (Chirp Spread Spectrum, CSS) с интегрированной прямой коррекцией ошибок (Forward Error Correction, FEC) [3, С. 110]. В России продвижением стандарта занимается компания Everynet (ООО «LACE»).

LoRaWAN позволяет организовать сеть по топологии «звезда из звезд» и осуществлять двунаправленную передачу информации на расстоянии до 15 километров с адаптивной скоростью передачи данных 0,3 – 50 Кбит/с и возможностью выбора пользователем размера пакета данных. Безопасность передаваемых данных осуществляется посредством использования трех уровней шифрования: сетевом, уровне приложения и уровне устройства, подразумевающих наличие уникального ключа.

Стриж – российская LPWAN-технология, основанная на протоколе собственной разработки Marcato 2.0. Технологией предусмотрена возможность управления приборами по обратному каналу связи. Передача данных, по заявлению производителя, может осуществляться на расстоянии до 50 км при условии отсутствия препятствий в области прямой видимости. Скорость информационного обмена в зависимости от загруженности сети лежит в пределах 50–25600 бит/с. К достоинствам технологии следует отнести шифрование передаваемых данных по AES-128, возможность организации сети на сервере пользователя и способность технологии обеспечить передачу до 500 сообщений в минуту. В то же время максимальный размер передаваемого сообщения ограничен 8 битами. На сегодняшний день сетью Стриж покрыта территория Москвы, имеется частичный охват территорий Московской области, Санкт-Петербурга, Перми, Уфы и других крупных городов [4].

Таким образом, интенсивная динамика развития наряду такими достоинствами как дальность передачи информации, использование бесплатного нелицензируемого диапазона частот и низкое энергопотребление сети делает применение LPWAN-технологий весьма перспективным для организации систем мониторинга удаленных объектов в нефтегазовой отрасли. Однако низкая

скорость передачи наряду с ограничением по количеству передаваемых сообщений, не позволяет применять технологию для контроля технологических параметров в режиме реального времени. Наиболее вероятным видится применение LPWAN для организации систем сигнализации, не требующих непрерывного информационного обмена.

Список литературы

1. Рейч Н. Преимущества развертывания сенсорных сетей в нефтегазовой индустрии / Н. Рейч // Control Engineering Россия. – 2015, – №3 (57). – С. 33 – 36.
2. SIGFOX [Электронный ресурс]: – URL: <http://sigfox.com/en/coverage> (дата обращения: 27.03.2017).
3. Верхулевский К. LoRa – все, что вы хотели знать об этом / К. Верхулевский // Компоненты и технологии. – 2016, – №3. – С. 110 – 114.
4. Стриж. Карта покрытия регионов [Электронный ресурс]: – URL: <http://uchet-jkh.ru/o-tehnologii-strij/karta-pokrytiya> (дата обращения: 30.03.2017).