

Система, работающая в реальных условиях в реальном времени

■ Кузьмичев В.Е., "Wireless Seismic, Inc.", г. Москва

Прошло почти 2 года с того времени как на страницах журнала «Приборы и системы разведочной геофизики» была опубликована моя статья о системе RT System 2 производства Компании Wireless Seismic [1]. Что изменилось за это время? Какие новые возможности получила система RT2?

Думаю, что практически все уважаемые коллеги, которые читают данную статью, знакомы с технологиями Wireless Seismic, но все же могут быть и те, кто не знает всех деталей предлагаемой технологии. Поэтому я начну с небольшого повтора, где расскажу об основных моментах технологии, применяемой в бескабельной системе регистрации в реальном времени RT 2.

RTSystem 2 является системой регистрации сейсмических данных, разработанной и изготовленной для непосредственной замены традиционных кабельных систем, широко используемых для изучения нефтегазоперспективных территорий, а также разведки других ресурсов.

RTSystem 2 включает в себя стандартные элементы наземной сейсморазведочной системы: дистанционно расположенные модули высокоточной регистрации данных; инфраструктуру для передачи сейсмических данных с распределенных модулей (посредством беспроводной телеметрии вместо кабелей); и централизованную компьютерную систему обработки данных, которая осуществляет функции отображения, хранения и управления данными.

Основным модулем регистрации данных является бескабельный полевой модуль (WRU). Это небольшой модуль, содержащий аналого-цифровой преобразователь, схемы цифрового управления и приемопередатчик, работающий в диапазоне 2,4 ГГц. Каждый WRU питается от одной или двух литий-ионных аккумуляторных батарей. Система оцифровывает сигналы, поступающие с внешних аналоговых геофонов. Функция телеметрии реализуется посредством двухэтапной системы связи: вдоль линии между WRU, а затем поперек линий посредством высокоскоростной трансляционной сети.

WRU передают сейсмические данные через друг друга по линии (профилю). Каждый WRU получает данные от соседнего WRU, находящегося дальше в нисходящем направлении, а затем отправляет оба набора данных в восходящем направлении к следующему WRU. Так как расстояние между WRU равно обычному расстоянию между группами сейсмоприемников при сейсморазведочных работах, они расположены недалеко друг от друга. Кроме этого, такая технология позволяет выбирать практически любую конфигурацию поля. Благодаря тому, что приемопередатчики потребляют минимальную мощность, система может работать долгое время при небольшой емкости батарей.

После того как данные попадают в трансляционную сеть, их собирает межлинейный полевой модуль (LIU). LIU выполняет функции интерфейса между сетью WRU и трансляционным оборудованием. В LIU имеется несколько Ethernet-портов, к которым можно напрямую подключить либо компьютер, либо, что делается чаще, армированный оптоволоконный кабель или трансляционный радиопередатчик.

Трансляционные радиопередатчики работают в диапазоне 5,8 ГГц. Вторую группу WRU можно развернуть по другую сторону от LIU, симметрично или ассиметрично вокруг него.

Работа системы RT System 2 в полевых условиях

1

Развертывание модуля WRU осуществляется путем простой активации питания, подключения геофизика (или группы) и установочного модуля на земле в горизонтальном положении. WRU выполнит самодиагностику и подтвердит функциональность (приблизительно 30). Развертывание модуля WRU осуществляется путем простого включения питания и установочного модуля на земле в горизонтальном положении. Тендик не должен показывать место установки до тех пор, пока модуль WRU не выполнит самодиагностику и подтвердит функциональность (приблизительно 35-45 секунд). Самодиагностика позволяет обеспечить максимальную эффективность исследований при выполнении масштабных исследований (45 секунд). Самодиагностика позволяет обеспечить максимальную эффективность исследований при выполнении масштабных исследований.



4

Так как RT System 2 работает и собирает данные в режиме реального времени, оператор может быстро проверить состояние системы, а также просмотреть сейсмограмму в течение нескольких секунд после отработки источника.



2

WRU оцифровывает сигналы от внешних аналоговых геофонов и передает данные по линии WRU с данными других WRU этой линии до тех пор, пока данные не достигнут LIU. Телеметрические пакеты Ethernet и передаются в центральную записывающую систему или, что чаще встречается, в высокоскоростную сеть и вместе с данными с других LIU на центральную электронику.

3

Далее в нисходящем направлении по транслационной линии располагается еще один модуль LIU с двумя сегментами WRU; подробная расстановка продвигается до получения ряда параллельных соединений вдоль линии наблюдения и централизованного транслационного соединения потерек линии наблюдения.



Максимальная производительность

Эксплуатационная прочность, надежность и эффективность системы позволяют повысить бесперебойность работ и увеличить производительность сейсмостанции.

Возможность увеличения каналов без ограничений

Система позволяет проводить наблюдения с десятками тысяч каналов, что соответствует требованиям для выполнения наиболее масштабных 3D исследований.

Эксплуатационная адаптивность

Гибкость системы позволяет моментально изменять ее конфигурацию для проведения 2D и 3D исследований, а также осуществления контроля работ по гидрографу пластов в режиме пассивной регистрации.

Все иллюстрации приведены без соблюдения масштаба.

Далее в нисходящем (с уменьшением нумерации линий) направлении по трансляционной линии расположен еще один LIU со своими двумя линиями WRU и подобная расстановка продолжается до получения ряда параллельных соединений вдоль линии и трансляционных соединений поперек линий. Трансляционная сеть также выполняет функции системы связи, передавая информацию между точками трансляции. Если необходимо, оптоволоконный кабель можно заменить радиолинией трансляционной сети. В любом случае схема размещений напоминает стандартную конфигурацию кабельной сейсморазведочной системы.

Центральная система смонтирована в стойке с двумя компьютерами, настроенными по типу «клиент–сервер». Обычно система устанавливается в передвижной регистрирующей станции со всем дополнительным оборудованием, необходимым для проведения сейсморазведочных работ: приемопередатчиками, системой управления сейсмоисточником, дисплеями, ИБП, системами хранения данных и т. д. Внутри передвижная центральная система регистрации бескабельной сейсморегистрирующей системы выглядит и работает почти так же, как передвижная центральная система регистрации кабельной системы.

Так как RTSystem 2 работает и регистрирует данные в режиме реального времени, оператор может контролировать характеристики расстановки и быстро проверять статус системы. Для выявления шумов расстановки можно использовать воздушный прибор контроля расстановки.

RTSystem 2 может выполнять синхронное и асинхронное накопление и корреляцию, поэтому ее можно использовать с различными типами источников - взрывами, падающими грузами, импульсными источниками и сейсмическими виброисточниками.

Бескабельный полевой модуль (WRU)

WRU является важнейшей частью RT System 2. В водонепроницаемом алюминиевом корпусе находятся аналого-цифровой преобразователь, приемопередатчик, модуль GPS, тестовые схемы, блоки питания и, конечно же, микропроцессоры (рис. 1).



▲ Рис. 1. На внешней части корпуса WRU расположены: антенна повышенной прочности диапазона 2,4 ГГц; стандартный разъем геофона; антенна GPS; статусные индикаторы и две аккумуляторные батареи (по одной с каждой стороны).

Аналого-цифровой преобразователь представляет собой 24-разрядный преобразователь новейшей конструкции — микросхему, широко применяемую практически всеми производителями сейсморазведочных систем. В совокупности с высококачественными схемотехническими платами модуль обладает выдающейся линейностью характеристик и большим динамическим диапазоном.

Схема комплексной самодиагностики объединена с электронными компонентами системы регистрации данных. WRU может проверять доступную емкость батареи, местонахождение по GPS, инструментальные шумы, гармонические искажения, точность усиления, шумы расстановки, утечки, сопротивление и импеданс геофонов.

WRU выполняет две основные функции: оцифровка аналоговых сигналов геофонов и передача данных в восходящем направлении по линии к LIU. Каждый WRU получает сейсмические данные от WRU, находящегося дальше в нисходящем направлении, добавляет собственные данные и передает сводные данные в восходящем направлении. Перемещение данных подобным образом требует от WRU переключения между режимами приема и передачи.

В каждом WRU установлена одна или две литий-ионные аккумуляторные батареи. При двухбатарейной конфигурации система интеллектуального управления питанием первоначально выбирает для питания батарею с меньшим уровнем заряда. Когда данная батарея разрядится, система переключается на батарею с более высоким уровнем заряда. Разряженные батареи можно заменить в полевых условиях, но во многих полевых работах заряда батарей хватает до момента свертывания сети WRU. За состоянием батарей непрерывно следит централизованная система управления.

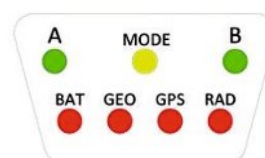
Подсистема GPS определяет примерное местоположение WRU и эту информацию впоследствии может использовать центральная система управления для привязки данных с этого WRU к его координатам, устраняя необходимость в контрольном устройстве переносного типа. Оператор центральной системы управления может просмотреть расположение других WRU, что является полезной возможностью при наладке линий, если WRU не был помещен возле пикета.

WRU являются компактными и прочными регистрирующими модулями, предназначенными для быстрого развертывания работниками, не обладающими специальными навыками, без использования портативных компьютеров (рис. 2).



▲ Рис. 2. Конструкция WRU предусматривает быстрое развертывание не имеющими специальных навыков работниками без применения портативных устройств.

Группа индикаторов состояния на WRU (рис. 3) позволяет контролировать процесс развертывания. Если в геофоне, GPS, радиолнии или батарее произойдет сбой, загорится красный индикатор. Индикаторы А и В показывают, какая батарея используется. Каждый индикатор мигает во время проверки для предоставления визуальной обратной связи. В целом, постоянно горящий красный индикатор указывает на проблему, и комбинацию горящих светодиодов можно использовать для получения информации с целью наладки линий.



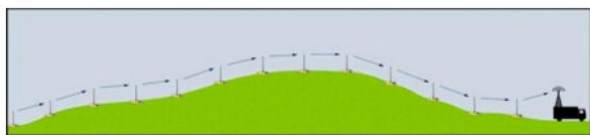
▲ Рис. 3. Индикаторы состояния WRU.

Схема радиосвязи/модема передает данные в диапазоне 2,4 ГГц, в который входят частоты от 2,400 до 2,4835 ГГц. За редким исключением, RTSystem 2 можно использовать по всему миру без лицензии. Система RTSystem 2 полностью сертифицирована Федеральным агентством по связи США (FCC) и соответствует требованиям CE.

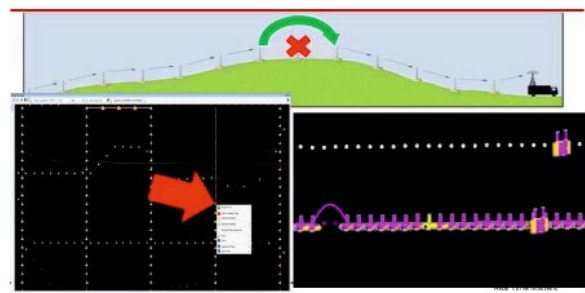
В России система также получила все соответствующие сертификаты.

Приемопередатчики 2,4 ГГц работают при различных уровнях мощности, которые автоматически корректируются во время включения телеметрии. Указывается заданная мощность принимаемого сигнала и WRU подстраивает свою мощность передачи для поддержания данного уровня. При необходимости WRU можно разместить на возвышениях или более высоких точках пересеченной местности. В линии также можно разместить дополнительный WRU в качестве радиоретранслятора (репитора) с целью нейтрализации помех, вызванных крупным препятствием.

На рис. 4 показан поток передаваемых данных. В случае возникновения проблем приемопередатчики могут пропускать один модуль. Автоматический пропуск позволяет оператору отключить точку, где произошел сбой, и восстановить линию, «перепрыгнув» через проблемный узел. Пропущенный модуль может быть снова включен после устранения проблемы.



▲ Рис. 4. Поток передаваемых данных.



▲ Рис. 5. Автоматическое восстановление потока передаваемых данных.

Сигналы также передаются в противоположном направлении, от центрального компьютера к WRU, с целью обеспечения точности дискретизации и передачи команд, таких как - шаг дискретизации и

инструкции по проведению испытаний. Следует помнить, что в любой момент времени половина WRU передают данные, а половина принимают. Данная система позволяет избежать проблем с ограниченным количеством каналов и полосой частот, с которыми сталкивались предыдущие модели бескабельных сейсморазведочных систем, так как приемопередатчики работают на небольших расстояниях и все находящиеся поблизости модули используют другие частоты. Эта патентованная методика максимально увеличивает доступную пропускную способность полосы частот. Вторая линия WRU обычно работает на противоположной стороне от LIU. Эта линия использует обратную часть цикла приема-передачи, поэтому LIU большую часть времени находится в цикле получения данных.

RTSystem 2 работает в двух режимах регистрации:

- 1) непрерывная регистрация;
- 2) данные по запросу (DoD),

с функцией защиты данных DataSafe для наиболее распространенного режима регистрации сейсмических данных.

WRU поддерживает суммирование, метод, который можно применять для повышения скорости сбора данных в линии в режиме реального времени, например, в случае виброисточника.

Что же изменилось за прошедшее время?

Компания Wireless Seismic продолжает развивать технологию регистрации данных в реальном времени без использования кабелей.

В конце 2015 года была представлена самая передовая технология Гибридной Радиотелеметрии (Hybrid Radio Telemetry (HRT)). Наши новые Заказчики с прошлого

года получали систему с уже интегрированной технологией HRT, а те Заказчики, которые приобрели систему ранее, получили это важное обновление. Очень важно отметить, что полевое оборудование и центральная электроника не требуют внесения каких-либо физических изменений.

А теперь подробнее о технологии гибридной радиотелеметрии.

В стандартном режиме работы RT System 2 осуществляет беспроводную регистрацию сейсмических данных в реальном времени с активизацией функции восстановления линии методом пропуска неисправных модулей в случае потери радиосвязи с каким-либо из беспроводных полевых модулей WRU.

В режиме гибридной телеметрии, в случае частичной потери радиосвязи и невозможности моментального устранения проблемы при помощи функции автоматического восстановления линии методом пропуска неисправных модулей, оставшиеся без связи модули WRU моментально переключаются в автономный режим работы с буферизацией сейсмических данных в локальную флэш-память.

Когда радиосвязь восстанавливается, сейсмические данные передаются на центральную систему регистрации по радиоканалу. Также, при необходимости, пользователь может в любое время задать режим автономной регистрации - при этом данные будут записываться во внутреннюю буферную флэш-память, в то время как передача данных контроля качества на центральную станцию будет продолжаться в реальном времени. Впоследствии, в удобное для оператора время, сохраненные в буфере памяти данные могут быть собраны по беспроводному каналу.

Что же реально дает технология гибридной радиотелеметрии?

Данная технология еще более автоматизирует и облегчает эксплуатацию RT System 2, обеспечивая при этом практически полную автономность радиосети. Таким образом, бесперебойная регистрация сейсмических данных становится реальностью. Данные постоянно надежно сохраняются в локальной флэш-памяти до момента успешной передачи на централизованную станцию, что обеспечивает ГАРАНТИРОВАННУЮ РЕГИСТРАЦИЮ ДАННЫХ – производительность работы сейсмического отряда не будет зависеть от качества радиосвязи. Сохранение данных всегда производится до окончания передачи сейсмограммы, даже в случае с прерванными записями, что позволяет экономить время и средства, иначе затрачиваемые на повторную отработку. Система может работать одновременно в автономном режиме и в режиме реального времени. Оператор имеет возможность вручную переводить отдельные модули WRU в автономный режим. При этом передача информации контроля качества на центральную станцию для автономных модулей продолжается. Все остальные беспроводные полевые модули остаются в режиме регистрации данных в реальном времени.

Таким образом, пользователь получает ряд неоспоримых преимуществ по сравнению со «слепыми» автономными узловыми системами:

- Отсутствие сложных систем поиска и извлечения данных – передача данных на центральную станцию осуществляется по каналу беспроводной связи;
- Отсутствие концевых меток для расшифровки и сопутствующего аппаратного обеспечения;
- Нет необходимости в высококвалифицированных полевых технических специали-

алистах – данные, передаваемые через систему гибридной радиотелеметрии RT System 2, автоматически составляются в корректный файл SEG-Y без редактирования вручную;

- Отсутствует эффект «последней группы» – большой очереди блоков данных для расшифровки после отстрела последней записи;

- Не требуется закупать дополнительно от 10% до 15% нодальных блоков для обеспечения извлечения данных и/или функции зарядки аккумуляторных батарей;

- Нет необходимости откладывать принятие решений из-за ожидания окончания сбора и расшифровки данных.

Также, необходимо отметить, что кроме ранее интегрированных в RT 2 систем синхронизаций, в том числе российской СГД, в конце прошлого года совместными усилиями с Компанией Системы Геофизических Данных, была полностью интегрирована система ГДС.

RT 2 успешно работает на мониторинге ГРП в разных регионах нашей страны. Были проведены работы на Ямале, которые бесспорно доказали, что система прекрасно работает в тайге, в наших реальных сибирских условиях. Это было подробно описано в прошлой статье. С конца прошлого года система RT2 успешно работает в сложнейших условиях туркменского Прикаспия – соры, мелководье, дюны, техноген.

В заключение приведу несколько фактов о проведенных недавно работах в Сербии, где система была испытана в густом лесу, с полным отсутствием рубки (рис.6), а также в биомассе (кукуруза, подсолнечник и т.п) (рис. 7), где также не пришлось проводить никаких действий с негативным влиянием на природу. То есть, состояние полей после сбора оборудования было идентично состоянию до его расстановки.

На первом этапе оборудование вручную раскладывалось в лесу на двух профилях.

Расстояние от дальнего профиля до сейсмостанции около 700 метров, второй – около 300 метров. Профили и сейсмостанция были «соединены» без кабелей посредством радиосвязи Backhaul Radio. Необходимо отметить, что так как времени на подготовку не было, установка производилась в «горячем» режиме.



▲ Рис. 6. Модули системы RT System 2 установлены на профиле в лесу.



▲ Рис. 7. Модули системы RT System 2 установлены на профиле в поле.

Одной из основных целей данного проекта являлся показ возможностей системы в условиях густой растительности – леса, а также биомассы агропромышленных полей.

Ниже приведены два скриншота, которые показывают качество радиопередачи данных.

Средний показатель передачи данных в лесу без рубки превысил 97%, а в условиях биомассы около 92% (рис. 6 (лес) и рис. 7 (биомасса)).

Какая-либо предварительная подготовка не осуществлялась и формирование

линий было осуществлено по факту.

На рис 9 видно, что был осуществлен умышленный пропуск части линии для проверки связи и, несмотря на это, линия была выстроена оператором без проблем и данные передавались в штатном режиме. На этом скриншоте системы в столбцах Data Comm представлены показатели качества радиосвязи для передачи данных.

Проведенные работы в очередной раз доказали, что для системы RT 2 нет преград, она способна эффективно работать в любых условиях.

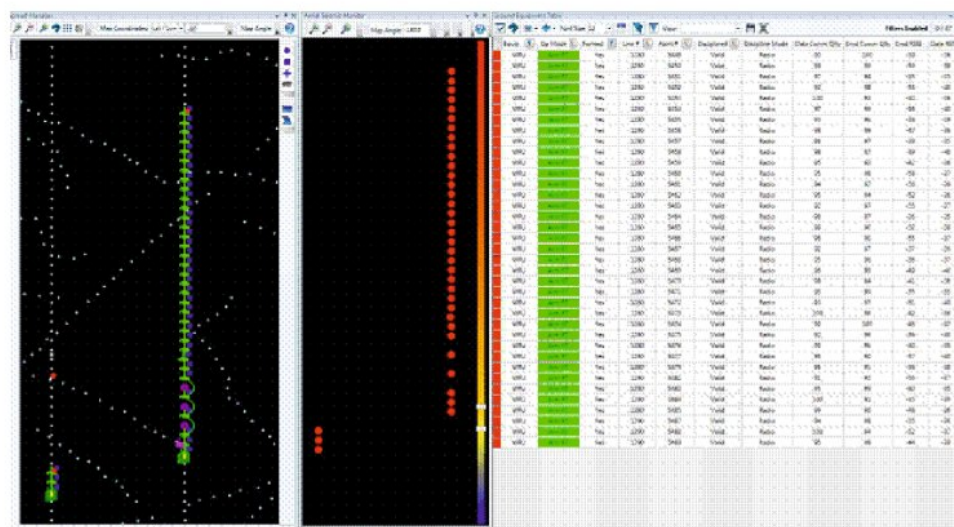
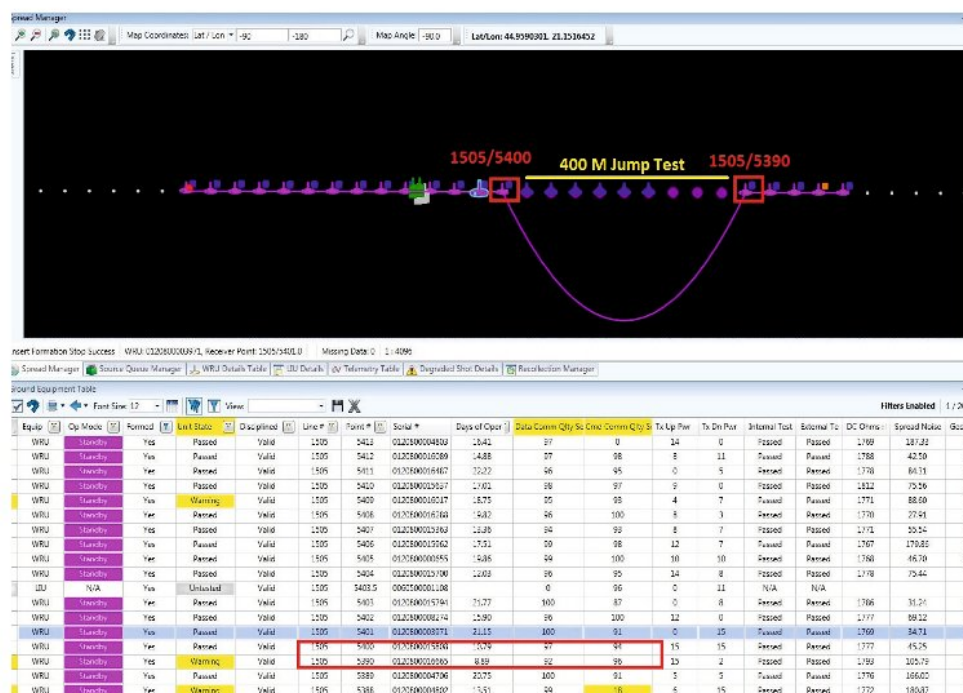


Рис. 8. Скриншот системы. Качество радиотелеметрии в лесу.

Рис. 9. Скриншот системы. Качество радиотелеметрии в биомассе с умышленным пропуском каналов.



А совсем недавно были успешно завершён проект, который без колебаний можно назвать абсолютно уникальным, так как он проходил непосредственно в городе Лозанна, Швейцария. Фото с этого проекта представлены на рис 10 и 11.



▲ Рис. 10.



▲ Рис. 11.

В столь непростое время для индустрии сейсморазведки, да и всего сервисного сегмента в целом, одним из эффективных методов увеличения эффективности работ становятся новые технологии, такие как бескабельные технологии с использованием оборудования Wireless Seismic. Они позволяют повысить эффективность выполняемых работ при полном контроле расстановки и контроле качества в реальном времени, а также увеличить эффективность результата посредством абсолютной свободы в выборе дизайна съемки и обеспечения выполнения проекта абсолютно в любых условиях.

Литература

1. Кузьмичев В.Е., RT System 2 – новое поколение сейсморегистрирующих систем // Приборы и системы разведочной геофизики, 03/2014, с.70

Подробнее об авторе



Кузьмичев
Владислав Евгеньевич

Директор по развитию
бизнеса в России и СНГ
Wireless Seismic, Inc.