

## ПОИСК ПОВРЕЖДЕНИЙ ТРАСС: кабелеискатель изобретен заново

**Б.Метелев**, начальник отдела МРФ "Юг" ОАО "Ростелеком"  
**А.Кочеров**, к.т.н., главный метролог ООО "Аналитик-ТС"

Определение мест повреждений линий связи – традиционная задача, решаемая посредством известных приборов, но далеко не все эти приборы отвечают современным требованиям. Им на смену приходит новый прибор – легкий, многофункциональный, эргономичный, опробованный на практике. В чем же его уникальность? Читайте в этой статье.

### Что и как искать?

Производительность труда линейного персонала при поисковых работах во многом зависит от эффективности применяемых средств. Но добиться эффективности затруднительно, если не изучить технологию поисковых работ. Именно такую задачу ставили перед собой МРФ "Юг" ОАО "Ростелеком" и ООО "Аналитик-ТС", приступая к проектированию цифрового кабелеискателя КМС-КИ [1].

Определение мест повреждений в кабельных линиях представляет собой непростую систему взаимозавязанных операций, каждая из которых решает конкретную задачу с использованием соответствующего инструмента. Неисправности сети доступа требуют быстрого устранения, поэтому эффективность поиска также должна быть высокой.

Линейными работниками применяются кабелеискатели различных типов: КИ-4П, ИП-7, ИМПИ, ТИ-0,5, ПОИСК-210Д-2, -310, -410, ЛИДЕР, SG-600, SG-80 и другие. Многолетняя практика поиска неисправностей показывает, что нужны простые, легкие, удобные и недорогие кабелеискатели. Они должны быть у каждого электромонтера, в крайнем случае – один на бригаду.

Далеко не всякое устройство может быть удачно вписано в технологический процесс, даже несмотря на высокие технические характеристики. Для создания эффективного бизнеса сегодня важно все – от организации бизнес-процесса

до рационального и удобного расположения элементов управления на приборе. Существующие искатели и методы поиска не обеспечивают в полной мере соответствия современным требованиям. Работа с любым прибором должна быть быстрой и комфортной. Что же на самом деле мы имеем?

### Насколько удобно искать?

Существует два метода поиска – индукционный и контактный.

Генератор, подключенный к токопроводящим жилам, создает магнитное поле вокруг кабеля и разность потенциалов вдоль него. Индукционный метод позволяет получить сигнал с магнитной антенны, внесенной в магнитное поле вокруг кабеля. Прослушивая сигнал поиска в наушниках, опытный монтер определяет расположение трассы, глубину заложения, а также место повреждения. Поиск трассы можно вести как по максимуму громкости сигнала, когда ось антенны тангенциальна силовой линии магнитного поля вокруг кабеля, так и по минимуму громкости, когда ось антенны нормальна силовой линии. Последний способ более точен, но требует большей чувствительности.

Контактный метод применяется только на подземных кабелях с неметаллической оболочкой. Утечка тока генератора создает в месте дефекта разность потенциалов на поверхности земли. Используя два щупа, этот сигнал можно подать с поверхности

на приборный блок искателя и после усиления – в наушники.

Рассмотрим типичные недостатки существующих приборов и методов работы, которые влияют на время поиска. Как правило, существующие приемники кабелеискателя громоздки и имеют много органов управления, а монтер должен носить их с собой в дополнение к инструментам, лопате, отрезку кабеля для вставки и т.д. На практике в большинстве случаев поиск мест неисправностей выполняют два электромонтера: один индуктивным методом определяет трассу кабеля, другой, идя сзади, контактным методом ищет место повреждения. При этом, естественно, необходимы два искателя, что указывается в соответствующих руководствах. Больше того, для некоторых трассоискателей поиск мест повреждений по способу последовательных приближений предполагает использование автомобиля. Наконец, главный недостаток многих приборов – последовательное выполнение операций: сначала поиск трассы и ее разметка, потом поиск неисправностей. В условиях оптимизации процесса поисковые работы во многих случаях выполняет один электромонтер, опутанный ремнями, проводами и оборудованием, на которого больно смотреть. Неисправности устраняются, но насколько этот процесс хлопотный, неэстетичный, настолько же он и непроизводительный, особенно при поиске обрыва одной жилы.

#### Возможности нового прибора

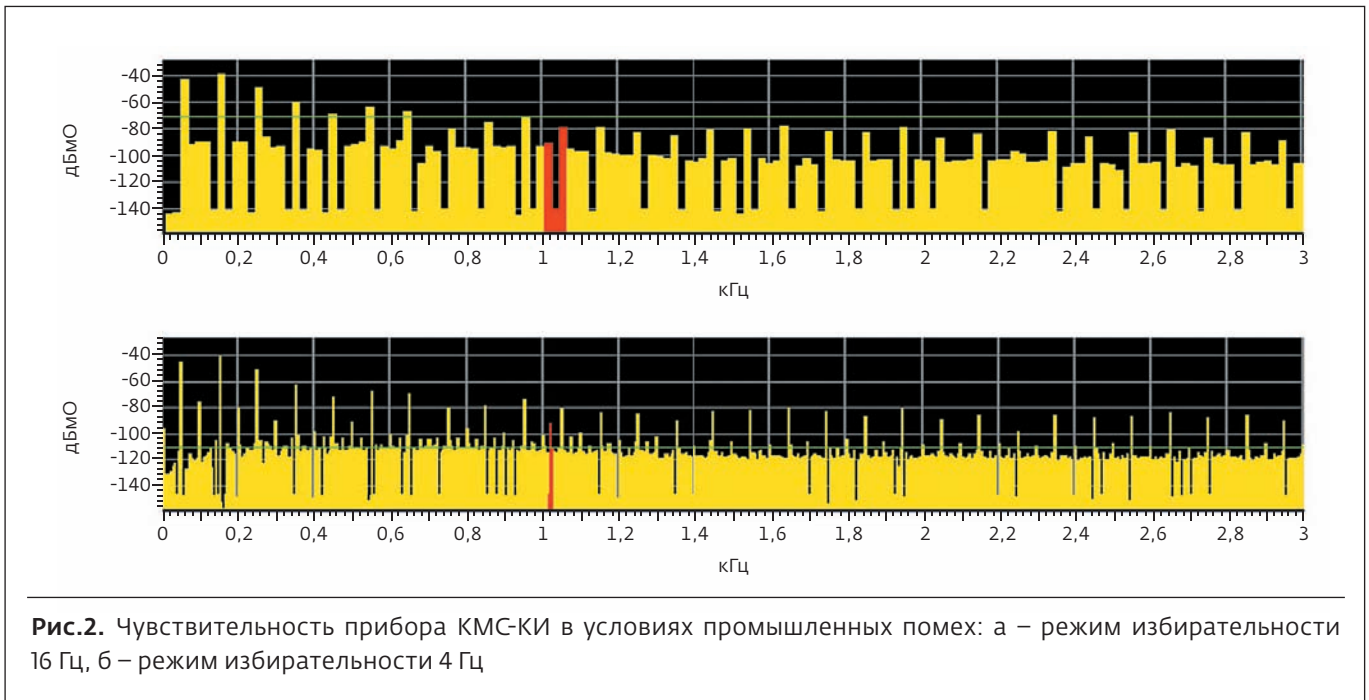
При разработке нового кабелеискателя были собраны пожелания участников программы подготовки универсальных монтеров. Вторым источником требований стал проект нового инновационного бизнес-процесса поиска и устранения неисправностей сетей доступа. С учетом требований и пожеланий был разработан цифровой кабелеискатель КМС-КИ.

Прибор (рис.1) имеет две штанги: активная оснащена антенной и щупом, а пассивная – только щупом. Сигналы поиска, голосовое меню и результаты измерений выводятся на беспроводные Bluetooth-наушники. Режимы поиска легко и быстро переключаются кнопкой, что позволяет монтеру одновременно определять трассу индуктивным методом и находить ее неисправности контактным методом. Приемник размещен непосредственно на активной штанге, поэтому вся конструкция прибора получилась легкой и удобной, в ней всего лишь один провод, соединяющий штанги. Все режимы работы приемника переключаются и настраиваются одной кнопкой с помощью голосового меню. Селективный режим



Рис.1. Работа с прибором КМС-КИ

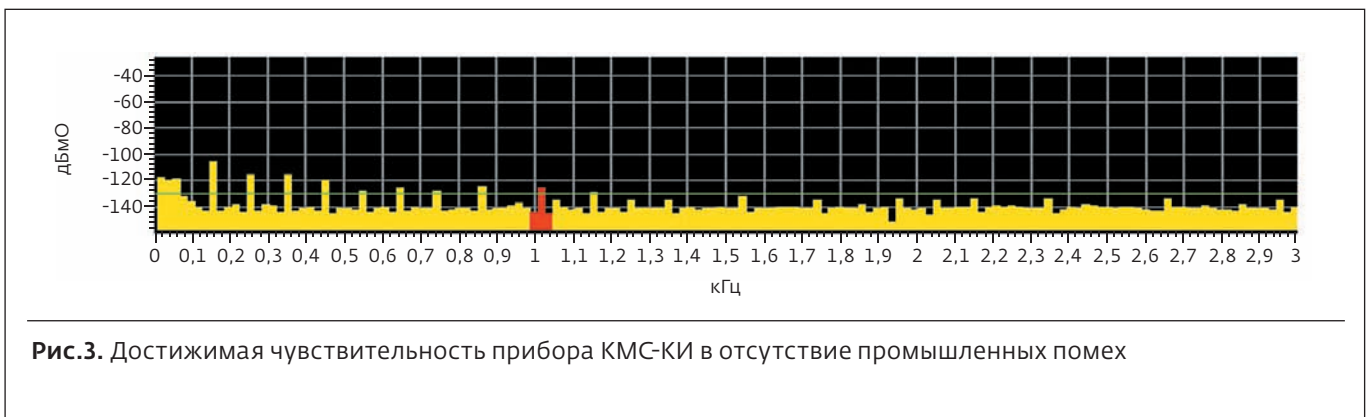
с использованием режекторного фильтра позволяет подавить промышленные помехи на частоте 50 Гц и ее гармониках. Глубину залегания кабеля можно определить по индикатору уровня сигнала (при подъеме антенны на высоту, равную глубине, уровень сигнала уменьшается на 6 дБ) или методом треугольника по минимуму сигнала. Все настройки прибора при его выключении сохраняются. Усовершенствование и введение новых функций прибора возможно с помощью перепрошивки программного обеспечения без отправки в сервис-центр.



Вблизи ЛЭП и трубопроводов сигналы промышленной частоты 50 Гц и ее гармоники затрудняют поиск неисправности на линии. Для борьбы с этими мощными сигналами применяются селективные приемники, позволяющие выделить сигнал поиска на фоне помех. Кабелеискатель КМС-КИ обеспечивает поиск при грубом (16 Гц) и тонком (4 Гц) спектральном разрешении. При фильтрации сигнала возникает задержка, обратно пропорциональная ширине полосы пропускания. В режиме избирательности 16 Гц задержка мала и позволяет манипулировать искателем достаточно быстро. Режим избирательности 4 Гц вносит задержку около 400 мс. В этом режиме монтер должен действовать неспешно, но, проигрывая в скорости, он выигрывает в качестве. Более высокое разрешение позволяет существенно поднять чувствительность прибора

в условиях действия помех. Пример показывает, что в режиме спектрального разрешения 16 Гц сигнал поиска маскируется 20-й и 21-й гармониками помехи с частотой 50 Гц и чувствительность прибора ограничена на уровне -70 дБ (рис.2а), но в режиме 4 Гц сигнал поиска различим на уровне -110 дБ (рис.2б). Вдали от источников помех их влияние ослабевает, поэтому "в чистом поле" трассировка и поиск дефектов возможны с высоким быстродействием и предельной чувствительностью на уровне -130 дБ (рис.3).

Добиться еще большей эффективности позволяет использование сложных сигналов поиска, их внедрение предполагается в ближайшее время. Но даже применяя традиционный гармонический сигнал, можно существенно поднять чувствительность при использовании режекторного гребенчатого фильтра, подавляющего не только первую, но и высшие гармоники



мешающей частоты электросети. Допустимое отклонение частоты электроснабжения от номинала, согласно стандарту [2, 3], не превышает 0,2 Гц. Следовательно, предельное отклонение частоты 20-й гармоники от номинала составит не более 4 Гц, что в точности соответствует всего лишь одному спектральному бину при высоком разрешении. По этой причине режекторный фильтр неадаптивен.

В случае сложной неисправности (например, обрыва одной жилы) быстрой локализации дефекта способствуют предусмотренный в анализаторе КМС-АК (рис.4) [4] режим поочередной подачи сигналов одинаковых или различных (1020 и 2188 Гц) частот в исправную и оборванную жилы и соответствующие режимы поиска. Причем ручная коммутация проводов на дальнем конце исключается. Коммутацию выполняет анализатор кабелей КМС-АК, управляемый с помощью любого мобильного телефона по GSM-каналу.

#### От универсального монтера – к интеллектуальному!

Модернизация технологии эксплуатации требует уже не универсального электромонтера, а интеллектуального – не только умеющего выполнять все виды традиционных работ, но и работающего в рамках



Рис.4. Анализатор КМС-АК

новых бизнес-процессов. Изменить способ мышления – поставить голову раньше рук и ног, прибор впереди бокорезов – это главное. Один из главных принципов эффективного производства – повышение производительности труда. Автоматизация – это основной ресурс управления производительностью. С появлением цифрового кабелеискателя КМС-КИ можно считать комплект монтера связи (КМС) сформированным.

Дистанционное управление анализатором КМС-АК [4] обеспечивается посредством любого

## AudioCodes



Телефон: +7(926)1200310

Вопросы партнерства: [Tatiana.Potselueva@audiocodes.com](mailto:Tatiana.Potselueva@audiocodes.com)

Вопросы приобретения: [Oleg.Shlyufman@audiocodes.com](mailto:Oleg.Shlyufman@audiocodes.com)

Вопросы по оборудованию:

[Victor.Ovchinnikov@audiocodes.com](mailto:Victor.Ovchinnikov@audiocodes.com)

Компания AudioCodes Ltd. разрабатывает, производит и поставляет **высококачественные конвергентные продукты и приложения для передачи голоса и данных по пакетным сетям, предназначенные операторам связи и предприятиям.**

Продукция AudioCodes широко применяется по всему миру операторами в мобильных, кабельных, IP сетях, сетях широкополосного доступа, а также предприятиями малого, среднего и крупного бизнеса для построения современной VoIP инфраструктуры.

AudioCodes предлагает наиболее **разнообразную линейку** современных продуктов для конвергентных сетей передачи голоса и данных, включая медиашлюзы (MGW/SGW), мультисервисные шлюзы доступа для предприятий (MSBG), устройства доступа для домашних абонентов (IAD), IP телефоны, медиасерверы (MRF), пограничные контроллеры сессий (SBC), шлюзы безопасности (SGW) и приложения для оказания услуг с добавленной стоимостью (VAS).

Дополнительная информация на сайте компании:

**[www.AudioCodes.com](http://www.AudioCodes.com)**.

По интересующим Вас вопросам обращайтесь по указанным контактам. Мы с удовольствием Вам ответим!

GSM-телефона. Управление КМС-АК ведется DTMF-командами, результаты докладываются речевыми сообщениями. Многорежимный цифровой кабелеискатель КМС-КИ управляется единственной кнопкой и через канал Bluetooth передает на беспроводные наушники и тональный сигнал поиска, и речевое меню настройки, и измерительную информацию.

Совокупность перечисленных свойств комплекта КМС, как показано [4], позволяет сэкономить от 50 до 75% рабочего времени при устранении неисправности. Здесь можно было бы поставить точку и перейти к заключению, но в таком случае останется неясной цель повышения производительности труда монтера. А цель в том, чтобы высвободившееся рабочее время использовать для развития сети доступа. Выполняющий эту работу универсальный, а мы уже говорим – интеллектуальный монтер должен располагать не телефоном, но смартфоном или планшетом с SIM-картой, что позволит управлять анализатором КМС-АК из любой точки линии связи и оперативно получать задание на подключение или устранение дефекта линии ШПД.

Кроме того, взаимодействуя с точкой доступа Wi-Fi, установленной на проблемной линии, можно определить ее вторичные параметры (рис.5). Кстати, именно пара планшет-роутер легко образует мобильное средство измерений вторичных параметров, причем цена такого прибора, очевидно, равна нулю, вес и габариты – карманные, а достоинство в том, что отсутствует методическая погрешность измерений: монтер "видит" параметры линии точно так же, как роутер и DSLAM [5].

## Мы находим смелые решения

Одно из основных направлений программы инновационного развития ОАО "Ростелеком" – повышение эффективности бизнес-процессов за счет комплексной автоматизации внутренних операций. Мы активно работаем над данными проектами, и есть результат. Многолетняя научно-исследовательская деятельность позволила получить решение, основанное на изучении норм, условий и особенностей выполнения работ на линиях. Реализованное в металле и программном обеспечении, это решение оптимизировано именно для поставленных задач.

Применение универсальных современных средств информационных технологий (телефон, смартфон, наушники и планшет) обеспечивает и гибкость создаваемого решения, и доступную цену комплекта, и инновационность технических решений, опирающуюся на использование современных технологий и радиointерфейсов (GSM, 3G,



Рис.5. Веб-интерфейс роутера ADSL2+ и заполненный электронный паспорт линии на экране планшета

Wi-Fi, Bluetooth). Компактность, многорежимность и мобильность элементов комплекта позволяет монтеру оперативно тестировать участки линий в любой точке непосредственно или дистанционно.

Комплект монтера связи появился в результате сотрудничества оператора-заказчика и производственной компании-исполнителя. Такие совместные продукты помогут увеличить производительность труда армии линейных сотрудников-связистов.

Мы не говорим "невозможно" – мы находим смелые решения, разрабатываем новые технологии, внедряем инновационные проекты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Метелев Б.В., Кочеров А.В. Повысить эффективность эксплуатационного бизнеса сельской связи – методы и средства. – Вестник связи, 2012, №3, с.7-11. <http://www.analytic.ru/articles/lib406.pdf>.
2. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. ГОСТ Р 54149-2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
4. Метелев Б.В., Кочеров А.В. Оптимизация работ на линиях СТС. Как повысить операционную эффективность. – Вестник связи, 2013, №3, с.34-39. <http://www.analytic.ru/articles/lib415.pdf>.
5. Кочеров А., Метелев Б. Комплект монтера сельских телефонных сетей: экономия ресурсов 50%. – Первая миля, 2013, №3, с.14-18. <http://www.analytic.ru/articles/lib417.pdf>.