

Трассопоиск и электронная маркировка кабелей связи



Тузов Г.А., ЗАО «3М Россия»

Май 2014



Содержание презентации

- *Актуальность проблемы поиска и маркировки*
- Технология электронной маркировки 3М
- Особое решение: маркировочная лента для ВОЛС
- Применение технологии в России
- Трассопоисковые технологии 3М
- Выводы



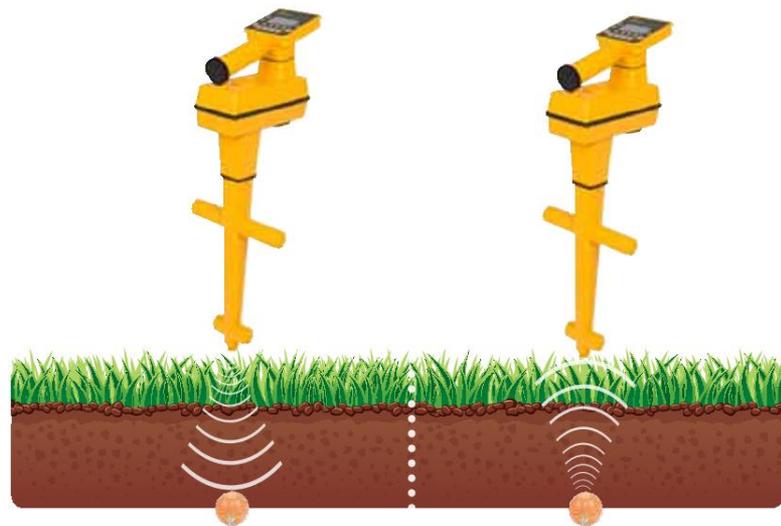


ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ МАРКИРОВКИ КОМПАНИИ 3М



Суть технологии электронной маркировки

- Технология электронной маркировки состоит в зондировании поверхности специальным прибором, генерирующим сигналы, с целью определения местоположения маркера, заложенного в грунт рядом с КЛ при ее строительстве / при проведении ремонтно-восстановительных работ



- *Маркер 3M™ Scotchmark™* – это резонирующий колебательный контур, помещенный в защитный пластиковый кожух. Сигнал от прибора вызывает в маркере колебания определенной частоты, с помощью которых он идентифицируется с поверхности. **Элементов питания маркер не требует!**
Срок службы маркера – не менее 30 лет

Разновидности маркеров: форм-фактор

Околоповерхностный маркер

Небольшой маркер, удобен для маркировки коммуникаций, залегающих непосредственно под асфальтовым или бетонным покрытием

Полноразмерный маркер

Предназначен для маркировки глубоко залегающих коммуникаций. Кроме того, обеспечивает физическую защиту.

Мини-маркер

Используется в случаях, когда глубина обнаружения полноразмерного маркера является избыточной. Благодаря спицам, данный маркер проще устанавливать в горизонтальной позиции в мягких грунтах, песке и т.п.

Шаровой маркер

Идеален для применения на большинстве коммуникаций. Обладает уникальной технологией самовыравнивания, благодаря которой можно не волноваться о положении маркера в траншее – в любом случае будет обеспечен максимальный сигнал

Форм-фактор маркера	Глубина обнаружения / считывания, м
Околоповерхностный (пальчиковый)	0,6
Шаровой	
• интеллектуальный, для кабелей связи	1,2
• Неинтеллектуальный (пассивный)	1,5
Мини (средней дальности действия)	1,8
Полноразмерный	
• Интеллектуальный	2,0
• Неинтеллектуальный (пассивный)	2,4

Маркер не обязательно закладывать на глубину прохождения трассы – он может быть заложен выше, но не менее 20 см)!

Разновидности маркеров: отрасль применения

- В зависимости от типа подземной коммуникации, на который ориентировано применение маркеров, они различаются своими резонансными частотами. По частоте сигнала прибор сможет распознать, какой тип коммуникации промаркирован
- Кроме частоты, маркеры отличаются цветом кожуха:



Интеллектуальные маркеры

Данный продукт – уникальная разработка компании 3М, которой нет у других производителей!



Отличительной особенностью технологии интеллектуальной маркировки является то, что с ее помощью не только обозначаются объекты подземных коммуникаций, но и производится их **абсолютная идентификация**:

маркероискатель не только обнаруживает отраженный сигнал маркера, но и считывает из **памяти** маркера информацию, записанную пользователем при его закладке: *тип и диспетчерский номер коммуникации, название объекта (муфта, место пересечения, ответвление и т.п.), эксплуатирующее подразделение, глубина...*

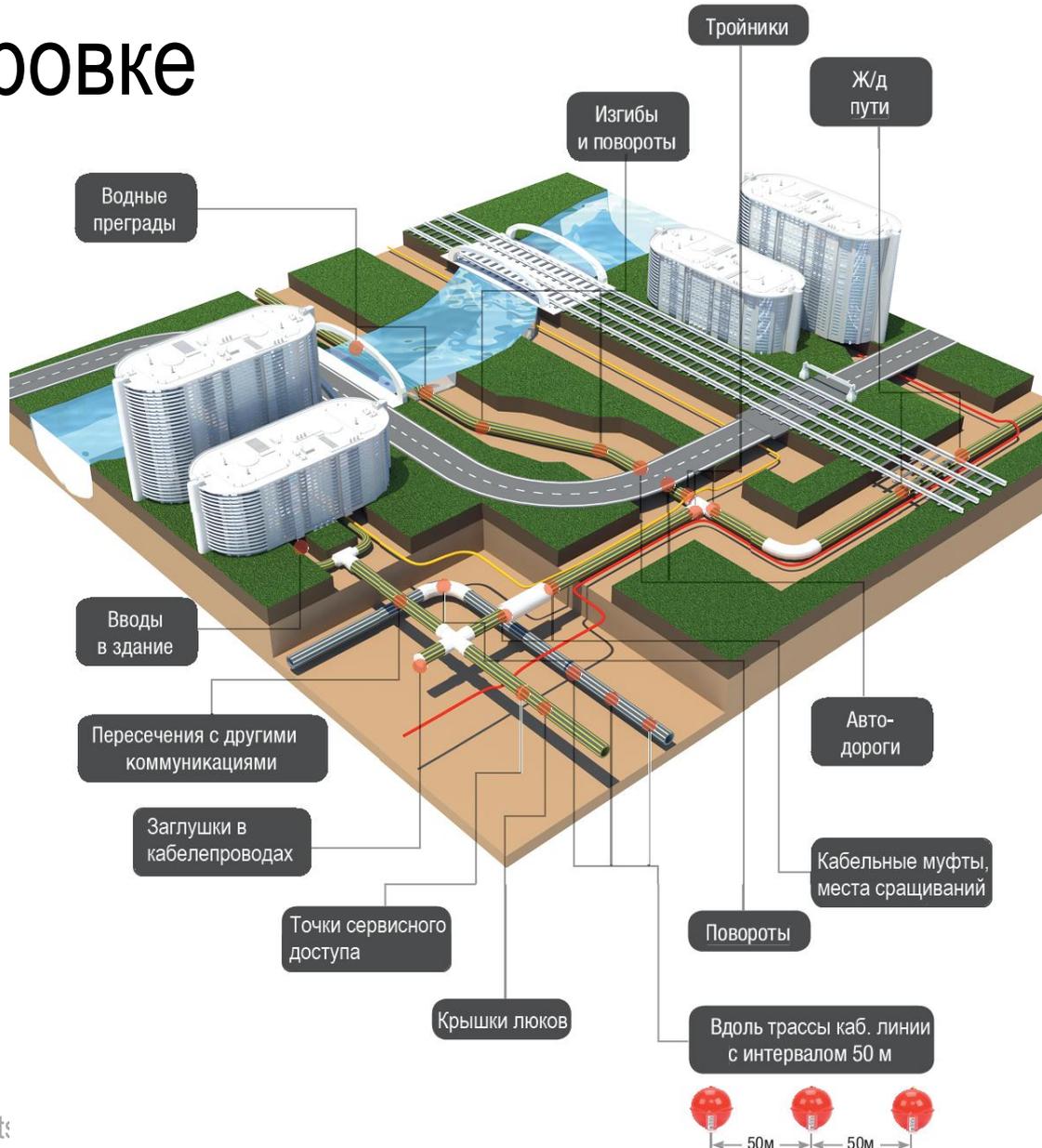
+ уникальный серийный номер маркера

Всего для записи доступно **6 строк**, состоящих из 2 полей:

- Метка (название параметра) – 8 алфавитно-цифровых символов
- Значение параметра (описание) – 14 алфавитно-цифровых символов



Объекты инженерных сетей, рекомендуемые к маркировке



Функции электронной маркировки

- **Получение достоверной информации** о проложенной коммуникации из памяти интеллектуальных электронных маркеров ЗМ:
 - Обеспечение **абсолютных привязок** точек коммуникации в тех местах, где осуществление привязок к наземным объектам не обеспечивает достаточного уровня точности;
 - Абсолютная **идентификация объектов коммуникаций**, которые невозможно обнаружить стандартными трассопоисковыми методами (муфты, колодцы сервисного доступа зимой, анодные электроды ЭХЗ);
 - **Помощь при локализации** трассы в особо сложных местах (зоны риска при трассировке – повороты кабеля/трубы, места изменения глубины, границы ГНБ, пересечения с другими коммуникациями);
 - Регулярная **маркировка прямых участков** трассы в качестве направляющих;
- **Создание реперных точек** для последующей привязки посредством GPS / ГЛОНАСС и **электронной паспортизации трассы** (электронная карта + БД с информацией из интеллектуальных маркеров)



Сравнение решения 3М со стандартными методами трассировки

ВАЖНО: интеллектуальная маркировка – не замена, но эффективное дополнение существующих методов, позволяющее повысить безопасность и сократить затраты на эксплуатацию подземных инженерных сетей

- **Картографический метод:** исполнительные чертежи часто неточны; конкретные точки КЛ (муфты, повороты, изменения глубины) по ним сложно точно определить на местности
- **Наружные опознавательные знаки:** недолговечны, повреждаются вандалами
- **Обычные GPS-навигаторы:** низкая точность; данные заносятся вручную и хранятся разрозненно, несистемно

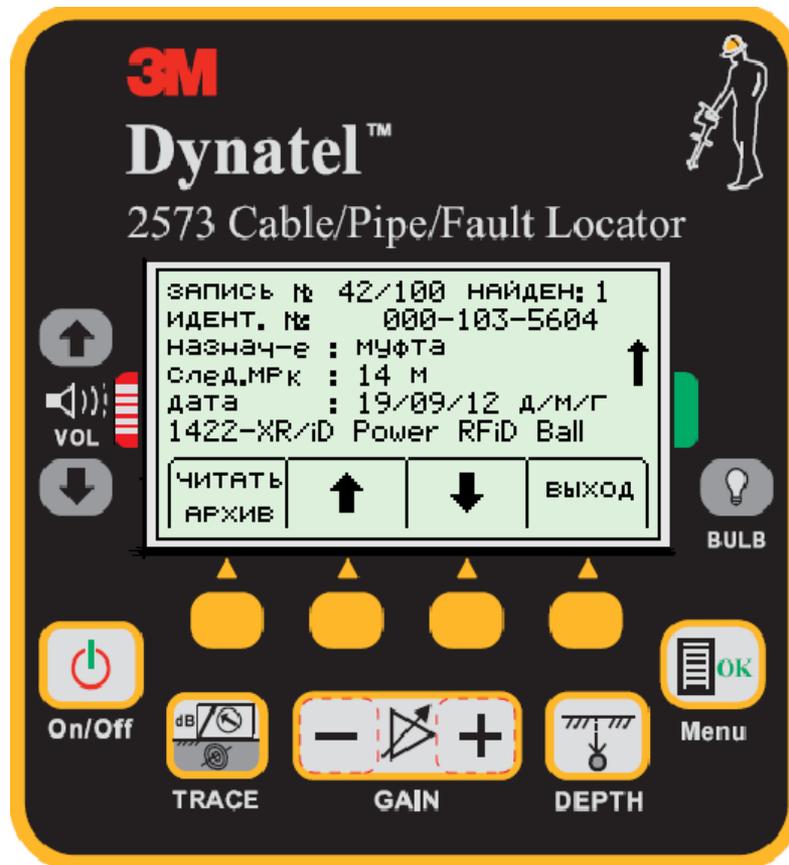
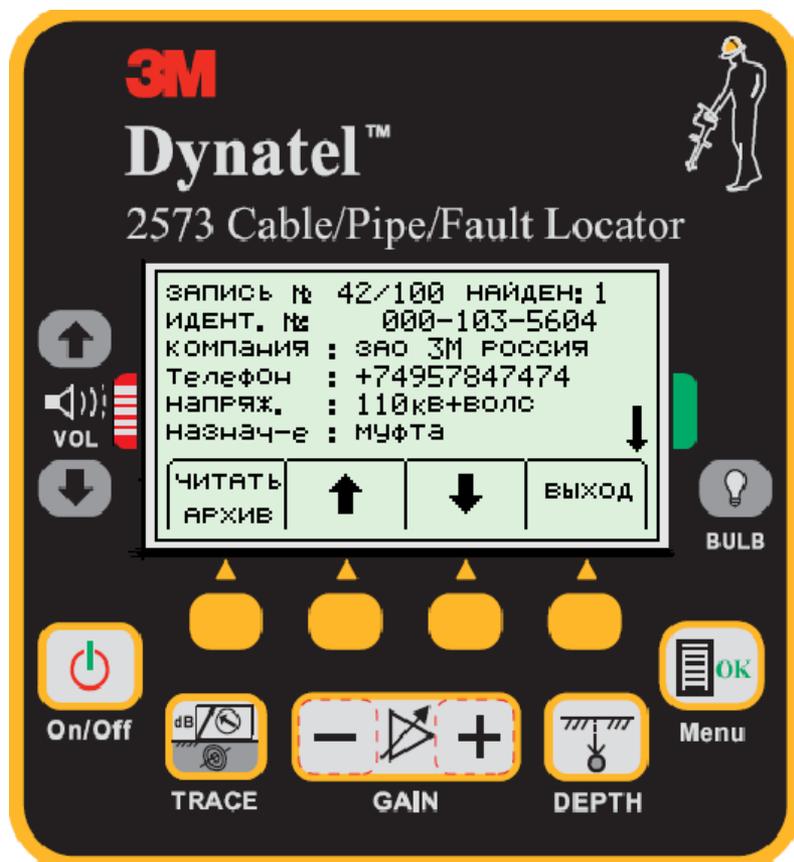


Преимущества системы ЭМ компании 3M

- Позволяет абсолютно идентифицировать **неметаллические кабели (ВОК)**
- Точность обнаружения подземных объектов – в пределах **нескольких см**
- При локализации маркеров **не возникает помех** от соседних коммуникаций
- Вероятность случайного повреждения трассы существенно **сокращается**
- Получение в поле **достоверной информации о трассе** (для интеллектуальных маркеров 3M)



Пример считанной из интеллектуального маркера информации





МАРКИРОВОЧНАЯ СИГНАЛЬНАЯ ЛЕНТА 3М



Сигнальная лента с электронными маркерами

- Сигнальная лента с кластерами электронных маркеров обеспечивает непрерывный электромагнитный сигнал на всем протяжении ленты не подверженный внешним помехам за счет специально подобранной резонансной частоты
- Применение ленты оправдано на участках ВОЛС, проходящих в местах большой загруженности подземными коммуникациями либо в случае невозможности надежной привязки координат ВОЛС к постоянным ориентирам



Особенности маркировочной ленты 3M 7600 СТ-3

- Решение обеспечивает **непрерывную трассировку** коммуникации по всей длине закладки ленты за счет взаимного пересечения сигналов, излучаемых соседними кластерами маркеров;
- В конструкцию ленты не входит металлический проводник; как следствие, ее **не требуется подключать к генератору** для трассировки, а также она не подвержена воздействию наводок и помех;
- Если лента получит повреждения либо какой-то ее фрагмент будет удален при строительстве или эксплуатации, это не повлияет на возможность трассировки с ее помощью; **сращивать ее для сохранения непрерывности сигнала не требуется**;
- На текущий момент глубина обнаружения ленты составляет **60 см**, что является достаточным для большинства сетей, с учетом того, что лента должна быть заложена выше коммуникации на величину, достаточную, чтобы при проведении земляных работ обнаружить ленту и избежать повреждения самой коммуникации. Рекомендуемая высота закладки маркировочной ленты 3M над коммуникацией составляет не менее 0,5 м.



Системное и рациональное применение решений 3M по электронной маркировке

Система идентификации и учета подземных коммуникаций компанией-собственником с использованием технологии электронной маркировки 3M должна выглядеть следующим образом:

- интеллектуальные маркеры 3M применяются на особо важных точках на трассе коммуникации (пересечениях с другими коммуникациями, поворотах, кабельных муфтах и проч.), там, где необходима дополнительная информация об объекте; при этом, в случае глубокого залегания коммуникации применяются полноразмерные маркеры;
- маркировочная сигнальная лента применяется на прямых участках трассы неметаллических кабелей связи, в частности там, где необходима непрерывная трассировка и при этом невозможно обеспечить надежные наземные привязки



ЭЛЕКТРОННАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ И ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОЛС НА БАЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ МАРКИРОВКИ

Электронная паспортизация и учет трасс КЛ с помощью интеллектуальной маркировки

ЗМ АИСУ МПК: Автоматизированная Интеллектуальная Система Учета Маркируемых Подземных Коммуникаций

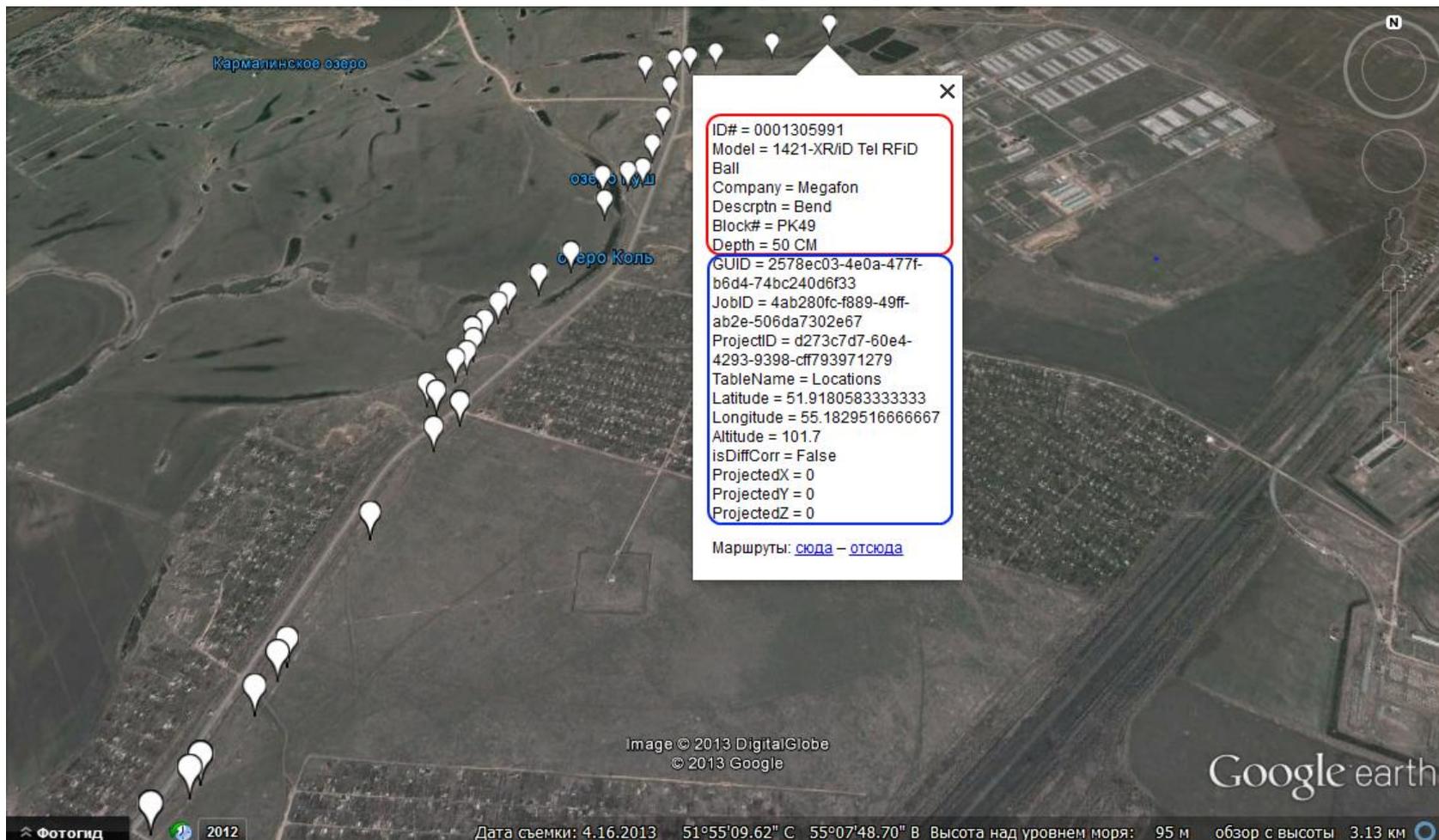


Функционал комплексного решения АИСУ МПК

- Создание **описания** трассы / спец. точек на ней
- Регистрация и графическое отображение **траектории** трассы и **координат** мест маркировки
- Определение **глубины** залегания в каждой точке
- **Интеграция информации** из интеллектуальных маркеров ЗМ, данных ГИС и GPS / ГЛОНАСС координат
- Сохранение всей информации в **единой БД** и ее отображение в виде:
 - систематизированной **таблицы**
 - **электронной карты** с отмеченными траекторией трассы и промаркированными точками



Комплексное решение 3М АИСУ МПК: ВОЛС Мегафон, интеграция с ГИС





ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ МАРКИРОВКИ 3М В РОССИИ



Отраслевые стандарты (телекоммуникационные сети)

Электронные маркеры 3М рекомендованы к применению на волоконно-оптических линиях связи в следующих **отраслевых правилах и инструкциях**:

- Инструкция по прокладке и монтажу оптического кабеля в ПВХ трубках (пп. 6.1.9, 8.6.3, 9.4.2.7, 15.2.5, 15.3.11) ОАО ССКТБ-ТОМАСС
- Правила технической эксплуатации линейно-кабельных сооружений междугородных линий передачи (пп. 6.2.13 и 21.4) Госкомсвязи России

Магистральные и внутризоновые ВОЛС

Использование электронных маркеров при прокладке магистральных ВОЛС является устоявшейся практикой для российских операторов: Ростелеком, Мегафон, МТС, Вымпелком, ТТК.

Стандартно, в проектной документации прописываются следующие *места установки маркеров*:

- над муфтой (монтируемой в грунте);
- на поворотах трассы;
- на пересечениях с коммуникациями (с двух сторон);
- в местах выноски замерных столбиков над кабелем, с дистанцией 100 м.



Прокладка ВОЛС МТС «Челябинск-Магнитогорск»



Магистральные и внутризоновые ВОЛС (2)

Для прокладки магистральных ВОЛС (как по пересеченной местности, так и вдоль ж/д, автодорог или магистральных трубопроводов) преимущественно используются кабелеукладчики.

Они создают траншею шириной чуть более 10 см, в которую автоматически укладывается кабель. Вслед за этим рабочие вручную размещают в необходимых местах электронные маркеры.

Диаметр шаровых маркеров 3М не превышает 10 см, таким образом, они идеально помещаются в траншею.



Прокладка ВОЛС компании ТТК-Сибирь



Прокладка ВОЛС
компани МТС в
Тверской области



Маркировка ВОЛС технологических сетей связи

Электронные маркеры 3М используются для идентификации и привязки специальных точек на ВОЛС, прокладываемых вдоль магистральных нефте- и газопроводов.

Стандартные места маркировки – кабельные муфты, пересечения, в качестве направляющих на прямолинейных участках



Прокладка ВОЛС вдоль магистральных трубопроводов.
Заказчики – ООО «Связьтранснефть» и филиалы «Газпром Трансгаз»

Маркировка кабелей связи и СЦБ в компании ОАО «РЖД»

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер Свердловской ж.д.
И.О. Набойченко
« 21 » 08 2013г

ТИПОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

по применению трассомаркирующих маркеров для маркировки подземных кабельных линий.

1. Данные типовые технические решения применять при новом строительстве, модернизации, капитальном ремонте и текущей эксплуатации кабелей СЦБ, связи и энергоснабжения.

2. Для маркирования кабельных трасс применять пассивные, интеллектуальные маркеры, а также сигнальную ленту с кластерами электронных маркеров. Маркеры размещать на кабельных трассах при повороте кабеля/каналов кабельной канализации, пересечениях с железными и автомобильными дорогами и другими коммуникациями, на кабельных муфтах, в местах вводов в строения, линейных участках кабельной линии, в местах вынужденного подъема кабельной трассы. Вид маркеров (шаровые, околповерхностные, полноразмерные, пассивные, интеллектуальные, сигнальная лента с кластерами электронных маркеров) и частоту их размещения определять исходя из местных условий прохождения трасс кабелей и плотности размещения сторонних коммуникаций.

В зависимости от типа подземных коммуникаций для маркировки применять:

- оранжевые маркеры с резонансной частотой 101,4 кГц – для телекоммуникационных кабельных сетей;
- фиолетовые маркеры с резонансной частотой 66,35 кГц - для кабелей автоматики и телемеханики;
- красные маркеры с резонансной частотой 169,9 кГц - для кабелей электроснабжения;

3. В наиболее опасных местах прохождения трасс применять интеллектуальные маркеры или сигнальную ленту с кластерами электронных маркеров

4. При применении интеллектуальных маркеров в информацию о промаркированных объектах в обязательном порядке вносить:

- в первой строке прописывать владельца кабельной трассы «РЖД» далее непосредственного владельца кабельной трассы, например ШЧ-2,ЭЧ-2,РЦС-2
- во второй строке прописывать идентификационный номер маркера,
- в третьей строке тип кабельной трассы, например 10кВ, ВОЛС, маг каб, мес каб, пит СЦБ и т.д.
- в четвертой строке прописывается причина установки маркера, например № муфты, разветвительная муфта, поворот, пересечение или приближение к коммуникациям сторонних владельцев и т.д.,
- в пятой строке прописываются привязки маркера к географическим координатам и ординатам по железной дороге
- в шестой строке телефон владельца кабельной трассы

5. Все маркеры владельцев инфраструктуры на полигоне Свердловской железной дороги должны быть внесены в единую базу данных. Для привязки трасс кабелей и графических отображений использовать карты _____.

6. При проектировании и строительстве новых кабельных линий СЦБ, связи и электроснабжения:

6.1. Проектные организации в своих проектных решениях обязаны предусматривать установку маркеров на трассы кабелей, и по одному трассо-маркероискателю на станцию или на 100 км трассы.

6.2. Строительная организация при сдаче объекта в эксплуатацию должна предоставлять исполнительную документацию в графическом отображении трассы и отображении маркировки с привязкой трасс кабелей, муфт, поворотов трасс и т.д. при помощи GPS/ГЛОНАСС к географическим координатам на картах _____.

Главный инженер
службы автоматики и телемеханики

 С.Н. Веселов

Главный инженер
Службы электрификации и электроснабжения

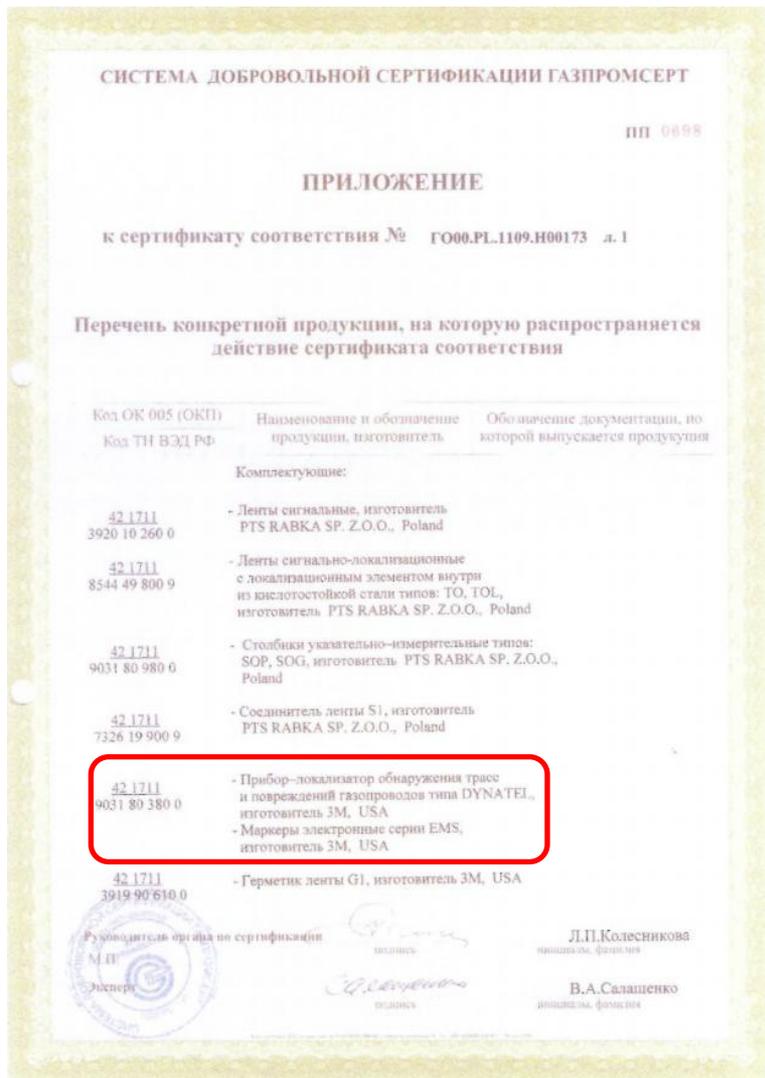
 В.А. Вербицкий

Главный инженер
Екатеринбургской дирекции связи

 В.А. Пискулин



Сертификация Газпромсерт



Трассопоисковое оборудование 3M™ Dynatel™ и электронные маркеры 3M прошли сертификацию в системе ГАЗПРОМСЕРТ ОАО "Газпром" в составе комплексной системы обозначения, локализации и диагностики подземных газопроводов

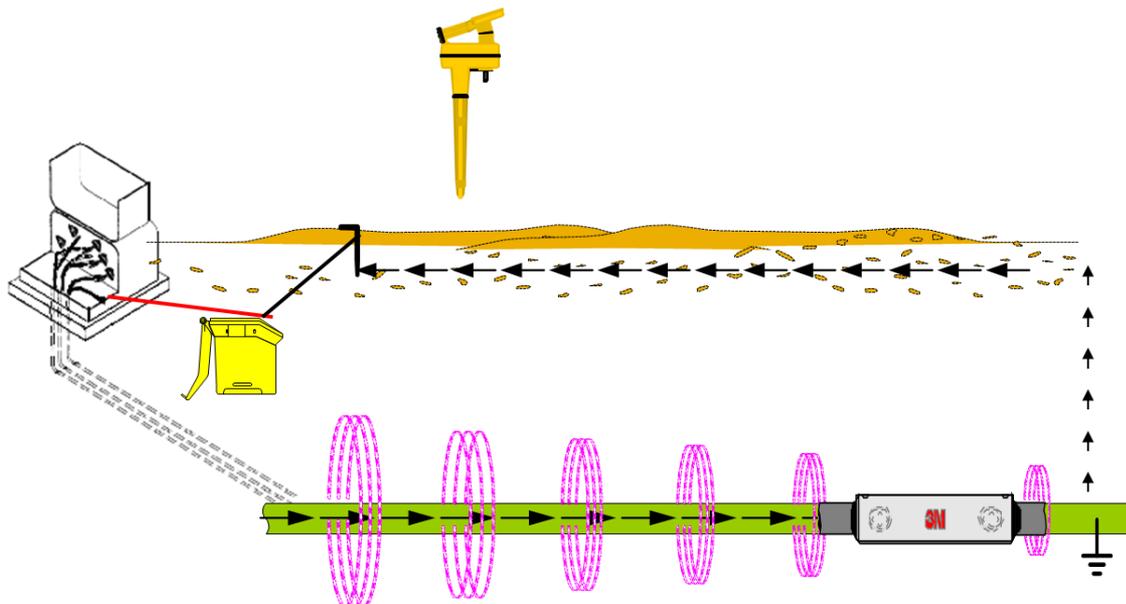




**ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА ТРАССЫ И
ПОВРЕЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ
ТРАССОИСКАТЕЛЕЙ DYNATEL™**



Поиск трассы кабеля / трубы методом непосредственного подключения

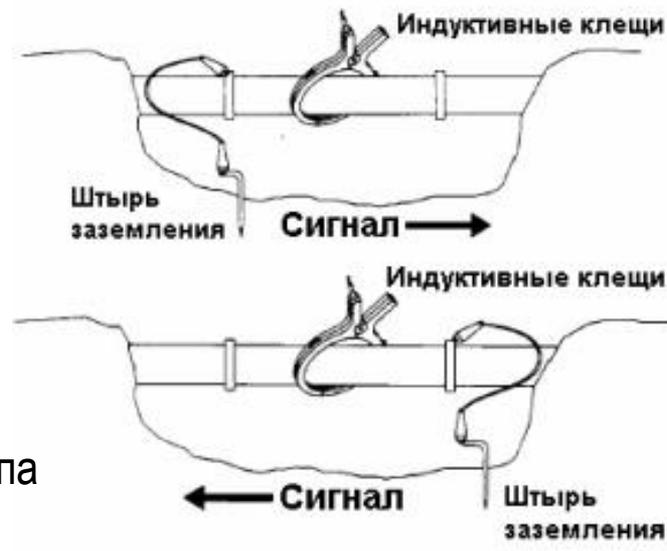


- Один зажим генератора подключается к клеммам КИП непосредственно к кабелю / трубе (например, к задвижке), другой – к заземлению на ближнем конце
- Генератор передает сигнал определенной частоты, который проходит по металлическому проводнику кабеля или трубы и возвращается через землю
- Приемник, настроенный на ту же частоту, улавливает сигнал и отображает его уровень

Поиск трассы с помощью соленооида и индуктивным методом

Использование **индукционных клещей** позволяет оттрассировать кабель / трубу при невозможности прямого подключения к ней.

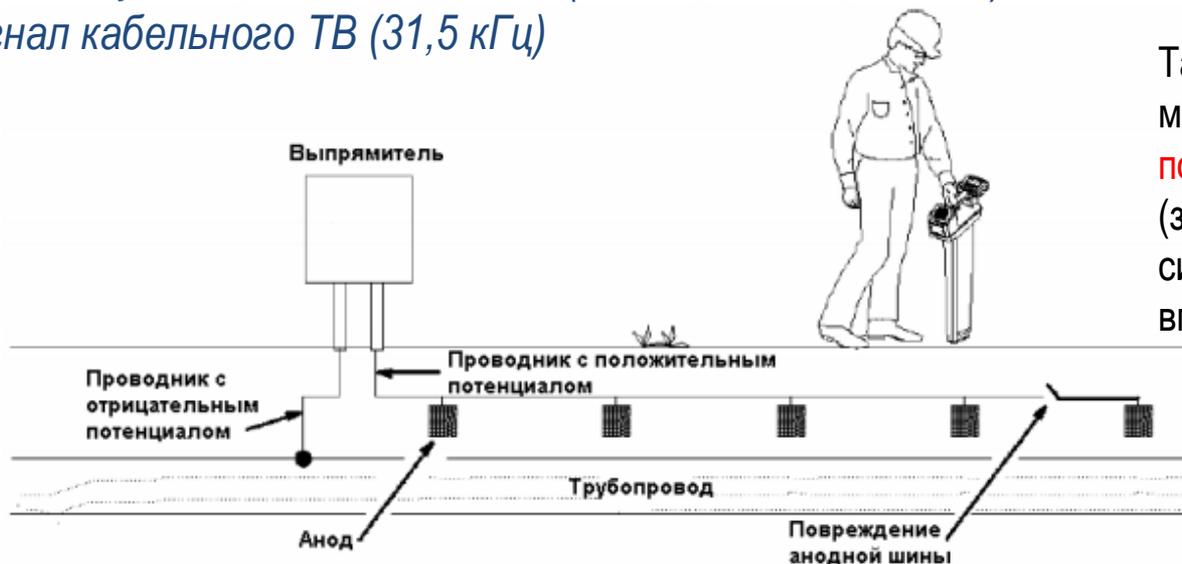
Индуктивный метод позволяет произвести трассировку без необходимости получения доступа к коммуникации. Генератор устанавливается на землю над предполагаемым местом прохождения трассы и наводит сигнал через землю



Поиск трассы пассивным методом. Поиск повреждений ЭХЗ

Суть метода состоит в регистрации действующих сигналов в коммуникации с помощью приемника (**без применения генератора**). Например, для газопроводов таким сигналом служит сигнал ЭХЗ (100 Гц). В общем случае, оборудование Dynatel™ позволяет осуществлять трассопоиск по следующим сигналам:

- Промышленная частота 50 Гц + ее гармоники, в т.ч. 100 Гц
- НЧ радиосигналы (10 – 30 кГц)
- Телекоммуникационные сигналы (577 Гц, 512 Гц, 560 Гц)
- Сигнал кабельного ТВ (31,5 кГц)

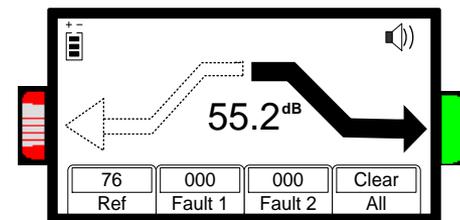


Также, данном режиме можно обнаружить **повреждение** анодной шины (за местом повреждения сигнал от нее ослабнет вплоть до исчезновения)

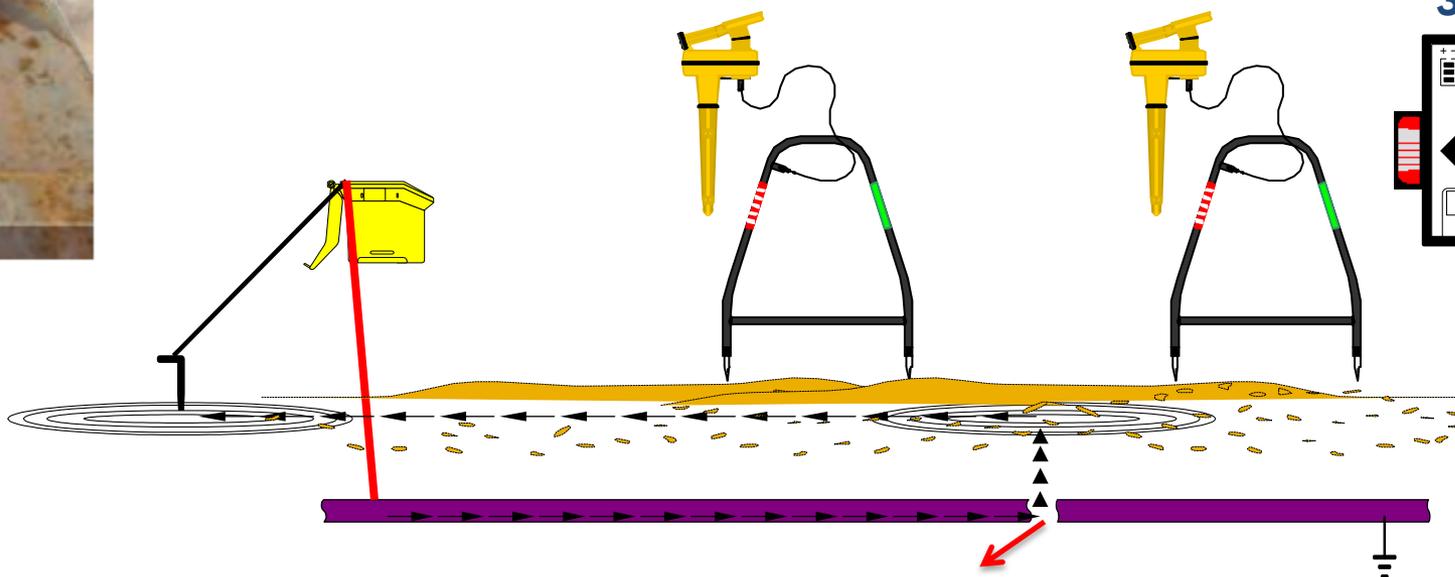
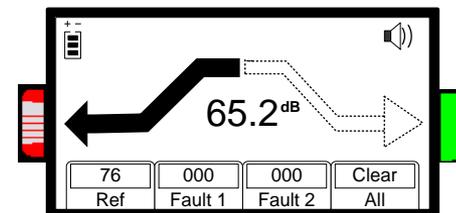
Поиск повреждений изоляции кабеля

Точная локализация места повреждения осуществляется с помощью А-рамки, последовательно устанавливаемой в грунт. Прибор сравнивает сигнал от А-рамки с опорным ($\Delta \leq 12$ дБ) и отображает на дисплее индикацию в виде стрелок, указывающих направление к месту повреждения. В месте повреждения индикация будет постоянно меняться

До повреждения



За повреждением

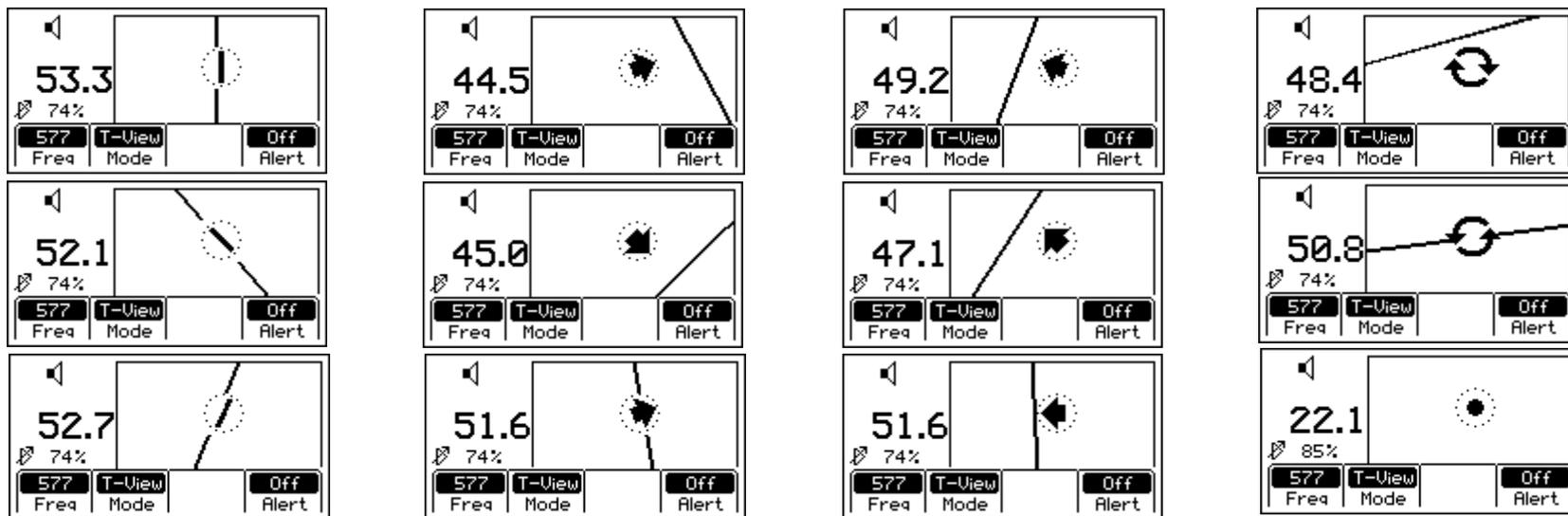


В месте повреждения необходим контакт металлического проводника с физической землей (повреждение изоляции)

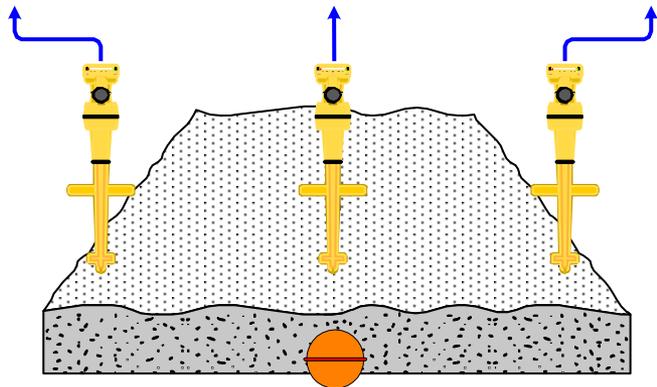
Особые режимы работы трассоискателей Dynatel™: визуализация трассы (для моделей серии 2500)

Преимущества:

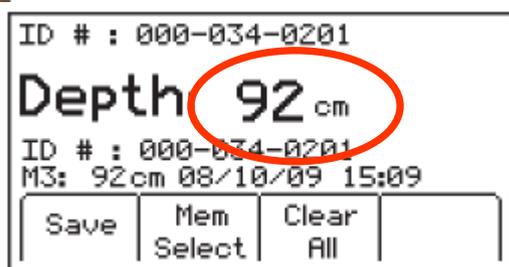
- *Графическое отображение траектории прохождения трубопровода / кабеля облегчает работу с прибором и ускоряет поиск*
- *Упрощение трассопоиска в местах, насыщенных коммуникациями, с сохранением высокой точности*
- *Активизация режима одним нажатием клавиши*



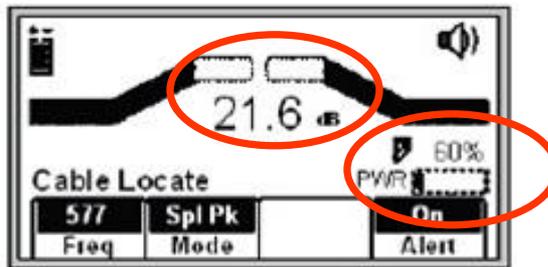
Особые режимы работы трассоискателей Dynatel™: одновременный поиск трассы и эл. маркеров



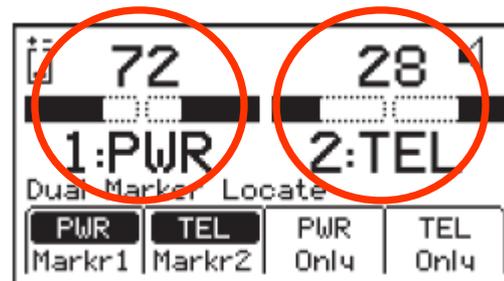
Трассо-маркеропоисковые приборы Dynatel™ **одновременно** измеряют сигнал от трассы и от электронного маркера, а также позволяют измерять глубину залегания как трассы в конкретной точке, так и электронного маркера



Измерение глубины



Одновременный поиск трассы и маркера



Одновременный поиск маркеров двух типов

Трассоискатели Dynatel™ стандартной серии 2200М, основные характеристики



Режимы работы	Направленный пик, направленный нуль, специальный пик, индукционный пик
Активные частоты	577 Гц, 8 кГц, 33 кГц, 133 кГц
Пользовательские частоты	4 частоты, в диапазоне 50 - 999 Гц
Частоты для поиска в пассивном режиме	50 Гц, 60 Гц (5-я и 9-я гармоники), частота кабельного ТВ (31,5 кГц), НЧ-диапазон (9 - 30 кГц)
Глубина обнаружения трассы	до 9 м
Точность измерения глубины	± (2 % + 5 см) в диапазоне 0-1,5 м ± (6 % + 5 см) в диапазоне 1,5-3 м ± (10 % + 5 см) в диапазоне 3-4,5 м
Элементы питания	Алкалиновые батарейки типа АА (8 шт.)
Номинальное время автономной работы	30 часов
Вес приемника	1,8-2,3 кг
Условия эксплуатации	от -20°C до +50°C

Трассоискатели Dynatel™ премиум-серии 2500E, основные отличия от серии 2200M



Генератор с максимальной мощностью (12 Вт) и перезаряжаемым аккумулятором.

Расширенный набор активных частот:
577 Гц, 8 кГц, 33 кГц, 133 кГц + 1 кГц, 82 кГц



Режим визуализации трассы на дисплее: упрощение трассировки и минимизация ошибок в зонах большой концентрации подземных коммуникаций

Маркероискатель Dynatel™ 1420E-iD

Частоты / Типы маркеров	
Общего назначения, Коммуникации, Газопровод, Телефония, Водопровод, Канализация, Силовой кабель.	
Дальность обнаружения	Согласно характеристикам маркера
Дальность считывания (шаровые и полноразмерные интеллектуальные маркеры)	
Все типы, кроме маркера для силового кабеля	1,5 и 2,0 м, соответственно
Маркер для силового кабеля	1,0 и 2,0 м, соответственно
Дальность программирования (шаровые и полноразм. iD маркеры)	
	30 и 61 см
Точность определения глубины залегания	± 15 % ± 5 см (2 дюйма)
Режим обнаружения двух типов маркеров	любые два типа маркеров
Масса с элементами питания	1,8 кг (4 фунта)
Средняя продолжительность работы от батареи	20 часов

Примечание: продолжительность работы от батареи измерена при температуре 23 °C, с 5 % использованием подсветки при нормальном уровне освещенности и с установкой звука на средний уровень.

Соотношение режимов считывания данных с маркера и режима обнаружения маркеров 1:1.



Маркero-лентоискатель Dynatel™ 7420

Массогабаритные характеристика:

Прибор	Размер (В x Ш x Г) 76 x 17 x 27 см	Вес (с учетом батарей) 2.25 кг
Коробка	Размер (В x Ш x Г) 84 x 43 x 32 см	3.2 кг

Характеристики условий окружающей среды:

Рабочая температура	от -20° С до 50° С
Температура хранения	от -20° С до 70° С
Регулирующие стандарты	FCC Часть 15
Стандарт защищенности	IP54

Совместимость с электронными маркерами:

Электронные маркеры 3М (в т.ч. интеллектуальные)	Все маркеры 3М (телефонные, для газопроводов, для силовых кабелей, для водопроводов, для канализации, кабельное ТВ, общего назначения)
Маркировочная лента 3М EMS Tape	Все разновидности маркировочной ленты 3М

Максимальная глубина чтения интеллектуальных маркеров 3М: (Телефонные, для газопроводов, для силовых кабелей, для водопроводов, для канализации, кабельное ТВ, общего назначения)

Околоповерхностный	90 см
Шаровой	150 см
Полноразмерный	240 см

Максимальная глубина обнаружения маркировочной ленты серии 7600 ST-3

Лента серии 7600 ST-3	60 см
Точность определения глубины	+/- (10% + 5 см) к определенной данной спецификацией глубине обнаружения маркеров ленты (на точность измерения могут оказывать влияние внешние шумы)

Частотная характеристика:

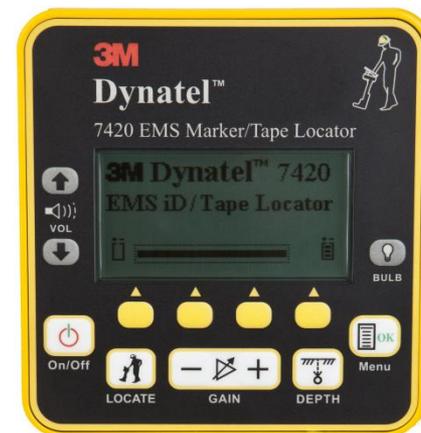
Обнаружение маркеров EMS	Стандартные частоты электронных маркеров: 66,35 кГц; 77,0 кГц; 83,0 кГц; 101,4 кГц; 121,6 кГц; 145,7 кГц; 169,8 кГц
Обнаружение ленты EMS Tape	Маркеры, размещенные на ленте, идентифицируются в диапазоне частот 35 - 60 кГц

Хранилище данных из памяти интеллектуальных маркеров:

Число хранящихся в приборе записей	100 записей обнаружения маркеров с отметкой даты и времени 100 записей чтения интеллектуальных маркеров
Пользовательские шаблоны	32
Сохраняемые измерения глубины	5 измерений глубины маркера с отметкой даты и времени

Электрические характеристики:

Источник питания	Комплект аккумуляторных батарей (12V2R4A)*
Время работы от батареи	в среднем 8 часов**
Время до полной зарядки	2.5 часа, с адаптером 90~240V переменного тока
Дисплей	Большой контрастный графический ЖК-дисплей с подсветкой
Мощность динамика	0.25 Вт
Гнездо подключения наушников	Стандартный мини-разъем
Последовательный порт	Стандартный интерфейс RS232 с разъемом DB9 (в комплект входит кабель переходника RS232 на USB)



Сравнение характеристик оборудования

		Трассоискатель для кабелей/туб		Поиск повреждений		Поиск электронных маркеров		Максимальная мощность передатчика		Кабель для непосредственного подключения, малые зажимы		Кабель для непосредственного подключения, большие зажимы		Размер клещей		Перезаряжаемая батарея 2200RB		Кабель адаптера прикуривателя		Сумка для переноски		Поиск сигнальной ленты с маркерами		Кол-во частот активного трассопоиска		Режим визуализации трассы на дисплее	
Комплектации серии 2573-E	2573E-ID/CU12	x	x	x	12 Вт	x	x	4,5"	x	x	x	6+4	x														
	2573E-CU12	x	x		12 Вт	x	x	3"	x	x	x	6+4	x														
Комплектации серии 2550-E	2550E-ID/CU12	x		x	12 Вт	x	x	4,5"	x	x	x	6+4	x														
	2550E-CU12	x			12 Вт	x	x	4,5"	x	x	x	6+4	x														
Комплектации серии 2200M-E	2273M-ID/ECU12W-RT	x	x	x	12 Вт	x	x	3"	x	x	x	4+4															
	2250M-ID/ECU12W-RT	x		x	12 Вт	x	x	3"	x	x	x	4+4															
	2250M-ID/EC5W-RT	x		x	5 Вт	x		3"		x	x	4+4															
	2273M-ECU12W/RT	x	x		12 Вт	x	x	3"	x	x	x	4+4															
	2250M-ECU12W/RT	x			12 Вт	x	x	3"	x	x	x	4+4															
	2273M-EC5W/RT	x	x		5 Вт	x		3"		x		4+4															
	2250M-EC5W/RT	x			5 Вт	x		3"		x	x	4+4															
	2273-E5T3	x	x		5 Вт	x		3"		x		4															
	2250-E5T3	x			5 Вт	x		3"		x		4															
1420E	1420E			x																							
7420	7420			x								x															





ВЫВОДЫ

Выгоды внедрения системы электронной маркировки 3M

- Снижение эксплуатационных расходов (снижение объема раскопок за счет высокоточной локализации)
- Сокращение сроков аварийно-ремонтных работ при использовании маркеров
- Повышение **безопасности** (снижение вероятности случайного обрыва кабеля при земляных работах)
- Облегчение приемки построенной линии – соответствие проекту сдаваемого объекта можно оценить по нескольким промаркированным точкам



Технические достоинства трассопоискового оборудования 3М

- Трассопоисковое оборудование 3М обладает **одним из самых широких наборов активных частот** (для серии 2500: 577 Гц, 1 кГц, 8 кГц, 33 кГц, 82 кГц, 133 кГц + 4 настраиваемых пользователем частоты от 0 до 999 Гц) и **самым широким набором частот для индукционного поиска** (50 / 100 Гц + 5-я и 9-я гармоники, частота кабельного ТВ 31,5 кГц, НЧ-диапазон 15-30 кГц)
- **Максимальный функционал и универсальность**: сочетание функций трассопоиска, поиска повреждений и локализации / программирования электронных маркеров в одном устройстве
- Высокая максимальная **мощность комплектного генератора** (12 Вт)
- **Простота** управляющего блока кнопок и элементов меню

