

# СУЧАСНІ МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТРАС ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

Холод Л.М., Сабурова С.О.

Регіональний центр ядра мережі, Харківська філія АО «Укртелеком», Україна,

Кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,  
Харківський національний університет радіоелектроніки,  
Україна

E-mail: [leonid.kholod@nure.ua](mailto:leonid.kholod@nure.ua),  
[svitlana.saburova@nure.ua](mailto:svitlana.saburova@nure.ua)

---

## Abstract

*The article discusses modern methods of identification of fiber-optic communication lines (FOCL) using 3M™ brand equipment and provides an analysis of existing identification methods. The 3M™ are now compatible with select GPS/GIS field mapping instruments for real-time mapping of marker placement. The customized Dynatel interface commands the GPS/GIS device in a mode transparent to the user allowing even a generalist field technician to perform real-time mapping. It's a simple system for mapping marker placement and saving information directly into CAD and GIS systems. The electronic upload of this information in GIS format creates an automated paperless system for records updating, making positive locates in the field easier than ever. Such systems are built on the basis of microprocessors, which contain advanced technologies of digital signal processing for fast tracking of the path of underground cables and pipes.*

---

З розвитком інфокомунікаційних технологій, систем та мереж повсякчас зростають вимоги щодо якості послуг, які надаються провайдером клієнтам. Об'єм інформації, що передається по провідним та безпроводним мережам зв'язку постійно збільшується як у виробничій, так і в невиробничій сферах, що, в свою чергу, стимулює розвиток технологій нових поколінь. При цьому основним чинником, який впливає як на об'єм переданої інформації, так і на подальший розвиток інфокомунікаційних технологій, є швидкість передачі даних.

Без перебільшення революційним можна вважати перехід свого часу від передачі даних по мідним лініям до передачі даних по ВОЛЗ. Завдяки цьому було одержано не тільки кратне збільшення швидкості передачі даних, а й багато інших переваг: собівартість виробництва волоконно-оптичного кабелю (ВОК) з року в рік зменшувалась порівняно зі стабільно зростаючою собівартістю виробництва мідних ліній, використання ВОЛЗ усунуло проблему електромагнітної сумісності (ЕМС). Наприклад, для захисту ВОК від випадкових пошкоджень його чіпляють разом з електричним кабелем на високовольтні лінії електропередачі або взагалі вбудовують в середину ліній контактної мережі залізничного транспорту.

Окрім того, якщо говорити про повністю діелектричний кабель, при виробництві якого несучою конструкцією виступає не сталевий трос, а пластиковий стрижень та не використовується захисна металева броня, а виключно поліетиленова оболонка, то при прокладанні в ґрунт такого ВОК, він не вимагає додаткового захисту на ділянках зближення з лініями високої напруги та електрифікованих залізниць, обладнання заземлень, контрольно-вимірвальних пунктів (КВП) та інших додаткових заходів щодо забезпечення електробезпеки.

Однак, незважаючи на очевидні переваги використання ВОЛЗ порівняно з мідними лініями зв'язку, при їх технічній експлуатації виникають певні проблеми, пов'язані з необхідністю ідентифікації траси прокладки ВОЛЗ, як в умовах великого міста, так магістральних ліній (міжміські).

Для вирішення цієї проблеми існує досить багато методів, деякі з них досить екзотичні, технічно складні та економічно затратні.

Наприклад, прокладка на час уточнення трасопошукових робіт ізольованого провідника у вільному каналі між двома оглядовими пристроями для уточнення його місцеположення та глибини залягання традиційними індукційними методами, після чого він виймається з каналу.

Але є й більш звичні методи, на жаль також зі своїми недоліками, такі як картографічний метод, де виконавчі креслення досить часто неточні, застарілі або складені з великими похибками, конкретні точки інженерної мережі, такі як муфти, повороти, зміни глибини залягання ВОК. За ними буває дуже складно точно визначити місцеположення траси на місцевості.

Інший метод - використання зовнішніх знаків розпізнавання, таких як стовпчики, попереджувальні знаки та інші, вони недовговічні та досить часто ушкоджуються або взагалі знищуються вандалами.

Ще є метод використання звичайних GPS-навігаторів, проте в умовах щільної міської забудови констатується їх низька точність, що, загалом, і не дивно: як показує практика, навіть на відкритій місцевості, поза межами міста, досить часто похибка сягає від 20 до 60 метрів, в залежності від використовуваного приймача. Окрім того, необхідно відзначити, що й дані заносяться до відповідних баз вручну, зберігаються досить часто розрізнено і несистемно.

На наш погляд, на даному етапі розвитку волоконно-оптичних систем передачі (ВОСП) та ВОЛЗ найбільш ефективним показником ідентифікації трас є метод, запропонований відомою компанією 3M™ [1]. Компанія презентує цей метод як технологію електронного маркування. Суть цієї технології полягає в зондуванні поверхні спеціальним приладом 3M™ Dynatel™, що генерує сигнали з метою визначення місця розташування маркера, закладеного в ґрунт поруч з інженерною мережею при її будівництві або при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт (рис.1).



Рис 1. Трасошукач ВОЛЗ серії Dynatel

Маркер 3M™ Scotchmark™ - це резонуючий коливальний контур, поміщений в захисний пластиковий кожух діаметром 10 см, помаранчевого кольору для інфокомунікаційних мереж, налаштований на частоту 101,4 кГц (рис.2) [1].



**Рис. 2. 3M™ Scotchmark™ 3M 1401-XR—кульовий маркер для кабельних ліній зв'язку**

Сигнал від приладу викликає в маркері коливання певної частоти, за допомогою яких він ідентифікується з поверхні. Особливістю пасивного маркера є самовирівнюваність його антени, що гарантує її вертикальність без додаткових зусиль персоналу при встановленні маркера та, в свою чергу, точну ідентифікацію траси. При цьому компанія-виробник гарантує строк експлуатації маркера не менше 30 років, сам маркер не потребує додаткового живлення. При цьому звісно, що гарантований строк експлуатації ВОЛЗ – 25 років [2].

Проте, виникає цілком логічне питання про ефективність такого рішення, адже в умовах мегаполісу, де є декілька великих провайдерів інфокомунікаційних послуг, може виникнути необхідність в ідентифікації траси ВОЛЗ, яка частково буде співпадати з трасою такої ж лінії іншого провайдера з використанням аналогічного обладнання, що майже гарантовано призведе до хибної ідентифікації траси. Однак і це питання на даному етапі компанією 3M™ вирішене: окрім пасивних маркерів пропонуються інтелектуальні маркери, при експлуатації яких маркерошукач не тільки виявляє відбитий сигнал маркера, як при використанні пасивних маркерів, а й зчитує з пам'яті маркера інформацію, записану користувачем при його закладці, наприклад: тип комунікації, назва об'єкта, власник, глибина залягання тощо, а також унікальний серійний номер маркера.

Слід відмітити, що нові технології розташування підземних комунікацій - це локатори кабелів/труб і несправностей Dynatel2273M/ME-iD і локатори кабелів/труб Dynatel2250M/ME-iD (рис.3) [2].



**Рис. 3. 3M Dynatel Locator серії 2250M/ME-iD**

Такі системи побудовані на базі мікропроцесорів, які містять передові технології цифрової обробки сигналів для швидкого відстеження шляху підземних кабелів і труб, як мідних, так і волоконно-оптичних (з металевим трасуючим дротом). Локатори кабелів/труб і несправностей Dynatel 2273 M/ME-iD також можуть швидко й ефективно виявляти несправності провідника або оболонки (повернення заземлення). Обидва локатори забезпечують точні

вимірювання глибини кабелю або зонда, надаючи цифрові дані в дюймах, футах і дюймах або сантиметрах (визначаються користувачем).

Легкі, компактні та добре збалансовані, ці локатори дозволяють точно:

- знайти шлях кабелю та труби;
- виміряти глибину кабелю або зонда одним натисканням кнопки;
- виміряти струм сигналу в кабелі;
- несправності точкового провідника або оболонки (повернення заземлення) і обриви кабелю (лише 2273 M/ME-iD);
- розрізати легкі та важкі несправності (лише 2273 M/ME-iD);
- ідентифікувати кабель і кабельні пари;
- замикання звуку та заземлення антенного кабелю;
- ідентифікувати кабельні пари через вологі ділянки;
- знаходити кабель живлення під напругою [2].

Розширені функції виявляють більше інформації про підземні комунікації. Ексклюзивною новою функцією локаторів Dynatel 2273 ME-iD і 2250 ME-iD є можливість записувати, зчитувати та фіксувати запрограмовану інформацію в нових кулькових маркерах серії 3M 1400 EMS iD. Таку інформацію, як попередньо запрограмований унікальний ідентифікаційний номер, дані об'єкта, інформацію про власника, тип заявки, дату розміщення та інші деталі з до 100 маркерів ID, можна прочитати, зберегти з міткою дати/часу та передати назад на ПК через стандартний послідовний порт RS232 для покращеного управління ресурсами.

На локатори маркерів 3M Dynatel EMS iD не впливають металеві канали або труби, металеві провідники, огорожі, мережа змінного струму або електронні маркери для інших комунікацій. Кілька ідентифікаційних маркерів, розташованих на безпосередній близькості, можна зчитувати окремо за допомогою нової системи [3].

Великий цифровий рідкокристалічний дисплей (LCD) з підсвічуванням і управління програмними клавішами полегшують їх розуміння та використання для більш точного визначення місця розташування. Функція «пам'яті» запам'ятовує налаштування оператора з попереднього використання. Стандартний комунікаційний порт RS232 дозволяє підключатися до зовнішнього комп'ютера для завантаження даних, конфігурації пристрою та віддаленого оновлення програмного забезпечення.

Однак, незважаючи на очевидні переваги, які має продукція компанії 3M™ перед виробниками, що пропонують обладнання подібної категорії, є й певні перешкоди, що можуть стати на шляху деяких провайдерів. Прикладом може бути досить висока вартість пропонованого обладнання, наприклад, трасомаркерошукач (рис. 1) на цей момент коштує більш ніж півмільйона грн., а один кульовий маркер (рис. 2) – майже 800 грн. Тому кожен з провайдерів повинен визначити для себе економічну доцільність придбання такого обладнання. На даному етапі поки що можна констатувати, що більшість провайдерів все ще використовують у своїй діяльності традиційні методи ідентифікації трас ВОЛЗ - картографічний метод та використання зовнішніх знаків розпізнавання.

## Висновки

На перспективу розвитку інфокомунікаційних мереж оптимальним рішенням для ідентифікації трас ВОЛЗ з повністю діелектричним кабелем є використання інтелектуальних маркерів торгової марки 3M™ Scotchmark™ в умовах складних обставин насиченого різноманітними підземними комунікаціями міста, пасивних маркерів для ідентифікації трас міжміського сполучення на відкритій місцевості (магістральні лінії) з використанням сучасних трасомаркерошукачів і локаторів серії 3M™ Dynatel™ - високоточного професійного обладнання для комплексного пошуку всіх типів підземних комунікацій.

## Література

1. 3M Electronic Marking System (EMS) Caution Tape 7600 Series. Installation Instructions. 2015. [Електронний ресурс]. Доступ до ресурсу: <https://multimedia.3m.com/mws/media/10341670/3m-electronic-marking-system-ems-caution-tape-7600-series.pdf>
2. Вайцета V. Analysis of the capabilities of the detection of underground optical lines using ground penetrating radar scanning technology // Researches Review DGTH. 2017. Vol. 46-2. PP. 123–127.
3. Прилади для пошуку та ідентифікації трас інженерних комунікацій [Електронний ресурс], Доступ до ресурсу: <https://skomplekt.com/tovar/6/1/9999918283/> - 2018.