

Обнаружение подземных кабельных сетей с помощью RFID-технологий

В.Р. Чернов

Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

Обоснование. Определение точного местоположения кабельных сетей — критически важный аспект для эффективной работы множества отраслей. От энергетики и связи до транспортных систем надежная информация о расположении кабельных трасс имеет первостепенное значение. Традиционные методы учета, часто страдающие неточностью и неполнотой, представляют собой серьезный вызов. Несоответствие данных о местоположении фактическому расположению кабелей создает значительные трудности при планировании и проведении ремонтных работ, а также значительно усложняет и затягивает процессы локализации и устранения аварийных ситуаций. Это приводит к экономическим потерям, нарушению функционирования объектов и увеличению рисков при проведении земельных работ.

Цель — обоснование применения цифровых технологий при проверке соответствия кабельных планов.

Методы. В практической деятельности проблема поиска расположения подземных кабельных сетей, информация о которых часто отсутствует или недостаточно детализирована в технической документации, представляет существенные затруднения при проведении демонтажных работ или устранении аварийных ситуаций. В рамках настоящего исследования анализируются существующие методы обнаружения коммуникаций и рассматриваются их недостатки, обусловленные тем, что их точная локализация имеет первостепенное значение для проведения сервисных, ремонтных и строительных мероприятий. Решение задачи поиска подразумевает применение различных методологических приемов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, что обусловлено сложностью технической реализации. В частности, индукционные методы, функционирующие за счет генерации электромагнитного поля и последующей фиксации его изменений, выделяются простотой реализации, однако чувствительны к электромагнитным помехам и имеют ограничения по глубине обнаружения [2]. Георадиолокационные методы (GPR), использующие радиоволновое зондирование, предоставляют возможность визуализации подземных объектов, но их результативность зависит от состава и влажности грунта [2]. Акустические методы, основанные на регистрации звуковых колебаний, излучаемых кабелями или муфтами, позволяют обнаруживать дефекты, но подвержены воздействию акустических шумов [2]. Термографический анализ, измеряющий температуру поверхности, позволяет идентифицировать участки с повышенным нагревом кабелей, однако результаты зависят от метеорологических условий [2]. Традиционные подходы, такие как визуальная инспекция кабельных колодцев и изучение документации, по-прежнему остаются важными, но связаны со значительными трудовыми и временными издержками. Существующие методы поиска подземных кабельных сетей имеют общий недостаток: ограниченную надежность из-за влияния внешних факторов и, как следствие, снижение точности локализации. Они не гарантируют однозначной идентификации объекта и требуют трудоемкого анализа данных. Эти недостатки указывают на необходимость разработки более надежного и точного метода для повышения эффективности и безопасности работ.

Результаты. Предлагается применение RFID-технологий для составления или уточнения ординат кабелей и муфт. Для этого нами проведен эксперимент с метками типа UHF RFID, который выявил возможность их применения. Дальность обнаружения составляет до 8 м с приложения, установленного на телефон, и 12 м со специализированного RFID-сканера [1]. Исследования проводились с чугунными и пластиковыми соединительными муфтами, применяемыми для соединения магистральных кабелей железнодорожного транспорта, при разных погодных условиях.

Выводы. Проведенный анализ существующих методов обнаружения подземных кабельных сетей выявил их общие существенные ограничения, заключающиеся в недостаточной надежности, подверженности влиянию внешних факторов, трудоемкости и сложности автоматизации ведения технической документации.

В связи с этим перспективным направлением является внедрение RFID-технологий, позволяющих маркировать кабели и муфты уникальным идентификатором и вносить его на цифровую кабельную сеть.

RFID-системы, в отличие от традиционных методов, обеспечивают возможность дистанционного и однозначного определения местоположения объекта, минимизируя влияние внешних помех, исключая необходимость сложных интерпретаций результатов.

Ключевые слова: подземные кабельные сети; метод обнаружения; RFID-технологии; соединительная муфта.

Список литературы

1. scanport.ru [Электронный ресурс] RFID-метки: использование технологии радиочастотной идентификации на складе. Режим доступа: <https://scanport.ru/blog/rfid-metki-ispolzovanie-tehnologii-radiochastotnoj-identifikaczii-na-sklade/> Дата обращения: 10.04.2025.
2. Попов Е.В. Методы поиска и локализаций повреждений в кабельных линиях // Научный журнал. 2017. № 6–2(19). С. 30–35. EDN: YRXRGR

Сведения об авторах:

Владислав Романович Чернов — студент, группа СОДП-11, электротехнический факультет; Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: vlad_chernov_00@internet.ru

Сведения о научном руководителе:

Алевтина Геннадьевна Исайчева — доцент кафедры АТС; Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: isaycheva@samgups.ru