

# СВЯЗЬ ПОД ЗЕМЛЕЙ

## КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ВСЕ  
НИЖЕ И  
НИЖЕ

МЕТРОПОЛИТЕН, ПОДЗЕМНЫЕ КОММУНИКАЦИИ, ПЕЩЕРЫ И ТОННЕЛИ — МНОГИМ РАДИОСВЯЗЬ ПОД ЗЕМЛЕЙ НЕОБХОДИМА ПОСТОЯННО, НО РЕАЛИЗОВАТЬ ЕЕ ОБЫЧНЫМИ СРЕДСТВАМИ НЕВОЗМОЖНО. ЗЕМЛЯ ПОГЛОЩАЕТ РАДИОВОЛНЫ, И РАДИОСТАНЦИИ ТЕРЯЮТ ДРУГ ДРУГА БУКВАЛЬНО ЧЕРЕЗ СЧИТАНЫЕ ДЕСЯТКИ МЕТРОВ. КАК ЖЕ ОБЩАЮТСЯ МЕЖДУ СОБОЙ СПЕЛЕОЛОГИ, СПАСАТЕЛИ И ПРОЧИЕ ПОДЗЕМНЫЕ ЖИТЕЛИ?

Текст: Евгений Балабас. Фото: Shutterstock.

### Я ВАС НЕ СЛЫШУ

Чем использование обычных радиостанций VHF- / UHF-диапазонов под землей отличается от их использования на поверхности? Казалось бы, жми и говори. Однако радиостанции под землей хорошо работают только в пределах прямой видимости — в больших залах или пещерах, там, где они и не нужны, поскольку в таких условиях можно общаться просто голосом. Но как только между двумя корреспондентами оказываются преграды в виде поворотов тоннелей, камня и песка, связь прекращается — радиоволны не способны пробиться через грунт, поскольку почти полностью им поглощаются. И чем выше частота волны, тем поглощение сильнее. Поэтому в шахтах, метро и иных подземных сооружениях по-прежнему популярна проводная телефонная связь или суррогатная радиосвязь, для которой вдоль длинных тоннелей проходит специальный излучающий кабель или провод-волновод, выполняющий роль пассивной антенны-посредника. Так становится возможным использование специальных беспроводных портативных устройств связи, работающих на индуктивном принципе, в ряде случаев — даже обычных массовых радиостанций. А значит, человек не привязан к установленному на стене «переговорнику» и может перемещаться, оставаясь на связи.

Пример подобной системы — отечественный комплекс ВЭБР КИС, который работает на индуктивном принципе, но нуждается в специ-

альных радиостанциях, не совместимых больше ни с чем другим. Еще один пример — российская система подземной связи «Талнах». Она работает на основе излучающего кабеля, и в ней можно применять обычные радиостанции VHF- / UHF-диапазонов. Вот только обе они требуют стационарного оборудования в виде кабелей, проложенных в тоннелях, а такой метод удобен и применим далеко не всегда. Хорошо, когда подземное сооружение — стационарное и постоянное, как метро: там можно еще при постройке заложить оборудование для радиосвязи. А как быть уче-

ным-спелеологам и спасателям, разыскивающим заблудившихся экстремалов в пещерах и диггеров-чайников в городских коммуникациях? В этом случае радиосвязь должна быть мобильной и быстро разворачиваемой.

Долгие годы в роли мобильной подземной связи выступал так называемый однопроводный телефон — Michie Phone (назван по имени разработчика из Австралии). Используется он и по сей день. Если для самой простой телефонной проводной связи необходимы два провода между абонентами, то «микифону» было достаточно одного. Человек спускался

**ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОН, КАК ЭТО НИ СТРАННО, В НАШ ВЕК БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОПРЕЖНЕМУ ОСТАЕТСЯ ПОПУЛЯРНЫМ СРЕДСТВОМ ПОДЗЕМНОЙ СВЯЗИ ИЗ-ЗА ПРОСТОТЫ, НАДЕЖНОСТИ И ДЕШЕВИЗНЫ. СВЯЗЬ ОГРАНИЧЕНА ТОЛЬКО ДЛИНОЙ ПРОВОДА. >>>>>**

под землю, разматывая за собой катушку кабеля, на обоих концах которого были микрофоны и динамики для голосовой связи. В качестве второго провода выступала земля, длину кабеля на катушке благодаря этому можно было удвоить, а значит, пройти под землей, поддерживая связь с

под землю, разматывая за собой катушку кабеля, на обоих концах которого были микрофоны и динамики для голосовой связи. В качестве второго провода выступала земля, длину кабеля на катушке благодаря этому можно было удвоить, а значит, пройти под землей, поддерживая связь с



СИСТЕМА ПОДЗЕМНОЙ СВЯЗИ «ТАЛНАХ»

В СИСТЕМЕ «ТАЛНАХ» работает совместимая аппаратура: радиостанции для связи, модемы для передачи данных и т. д.

Работает на основе излучающего кабеля ★  
Может вести учет работников ★  
Конфигурируется под заказчика



ПОЛЕВОЙ ТЕЛЕФОН ТР-6Н

Самая известная модель полевого телефона ★  
Корпус защищен от воды и ударов ★  
Производится для армий



NICOLA SYSTEM

Система разработана членом спелеологической спасательной команды ★  
Работает на радиочастоте 86,95 кГц ★  
В качестве антенны используется два электрода





«**РАДИОСВЯЗЬ ПОД ЗЕМЛЕЙ ЖИЗНЕННО НЕОБХОДИМА** для опытных СПЕЛЕОЛОГОВ, КОТОРЫЕ СПУСКАЮТСЯ В НЕИЗВЕДАННЫЕ ПЕЩЕРЫ. ОБЫЧНО ПЕРЕД НАЧАЛОМ ЭКСПЕДИЦИИ ПРОВОДЯТСЯ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИНСТРУКТАЖИ С ЭКСПЕРТАМИ ПО ПОДЗЕМНОЙ СВЯЗИ.

**ВСЕМ РАДИОИНЖЕНЕРАМ ХОРОШО ИЗВЕСТНА ЗАВИСИМОСТЬ ДЛИНЫ АНТЕННЫ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ**

*Чем ниже частота — тем длиннее радиоволна и, соответственно, длиннее антенна. Длины радиоволн, которые распространяются под землей, измеряются километрами, и такие антенны физически невозможно применять. К примеру, радиоизлучение на частоте 87 кГц, соответствует длине волны около 3,5 км. Поэтому приходится применять компромиссные антенны приемлемых габаритов в виде рамок диаметром 1–1,5 м.*

поверхностью, вдвое большее расстояние.

Однако «микифон» безупречен: провод легко повреждается, жестко ограничен в дальности и обеспечивает связь только с поверхностью — с другими членами поисковой группы с ним уже не поболтаешь. Поэтому был разработан ряд систем коммуникации с классическим принципом радиосвязи, но с некоторыми отличиями.

### НИЗКИЕ ЧАСТОТЫ — ДРУЗЬЯ ДИГТЕРА

В пещерах обычные портативные радиостанции полностью теряют связь после одного-двух поворотов, обеспечивая радиус действия максимум в 50–100 м. Но из особенностей распространения электромагнитных волн известно, что низкочастотные радиоволны способны успешно проходить через почву и даже воду — именно на принципе излучения колебаний сверхнизких частот построены системы связи с подводными лодками. Первые же устройства

для подземной связи на этом принципе начали проектировать в 60-х годах. На эти эксперименты исследователей натолкнуло забавное наблюдение: на дне глубоких пещер, где не работали рации для наземного использования, удавалось без особого труда принять передачи вещательных длинноволновых радиостанций (на частотах 150–200 кГц) на бытовой радиоприемник. А раз эти волны распространяются под землей, то их можно использовать для связи.

Однако для этого нужно использовать специальные антенны (см. врезку). Коэффициент полезного действия таких антенн невысок, но это тот компромисс, который приемлем с точки зрения эффективности, и с точки зрения возможности создать компактное устройство, которое человек способен носить в рюкзаке или в руках.

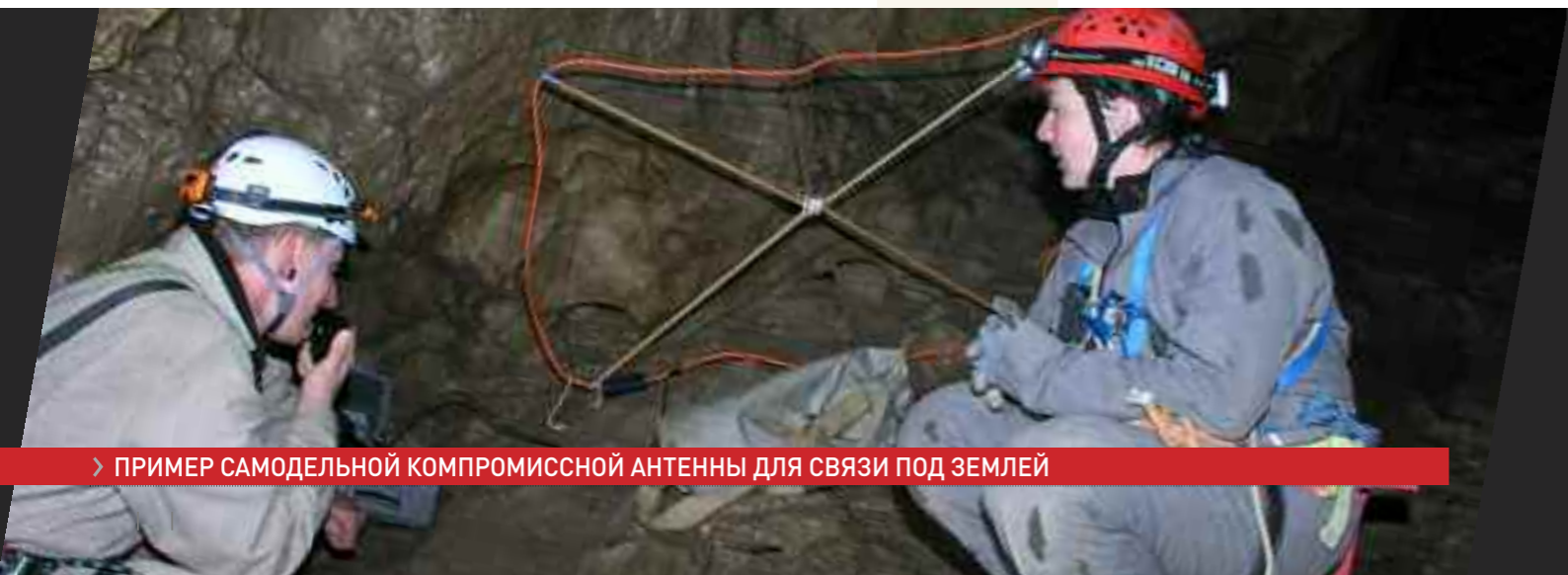
### АППАРАТУРА

Промышленно производимая радиостанция для подземной связи MolePhone размещается в небольшом, за-

щищенном от ударов и влаги «сундучке» и работает на петлевую антенну, которую разворачивают перед сеансом связи. В наиболее благоприятных условиях связь через толщу скальных пород может достигать километровой дальности.

Еще один известный в спелеологической среде аппарат для подземной радиосвязи называется NeuPhone и действует аналогично.

Специальные подземные радиостанции обеспечивают голосовую связь, но в трудных для связи условиях, какими являются пещеры и подземелья, коннект нестабилен, какая бы аппаратура ни использовалась. Но при полной неразборчивости речи в шумах эфира и помехах можно различить тональный сигнал — писк, бип-бип. Передать его может практически любая радиостанция, поэтому все спелеологи, использующие подземные рации, заранее договариваются о кодировке последовательностей сигналов в случае ухудшения связи: два, три, четыре писка подряд и т. д. ★



▶ ПРИМЕР САМОДЕЛЬНОЙ КОМПРОМИССНОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ СВЯЗИ ПОД ЗЕМЛЕЙ