

# МЕДНЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ должны служить еще долго

Памяти профессора Владимира Александровича Андреева (1951–2020) посвящается

Г. Лиманский, д.ю.н., независимый эксперт  
в области телекоммуникаций,  
Б. Попов, к.т.н., профессор ПГУТИ / inkat@inbox.ru

УДК 621.396.2, DOI: 10.22184/2070-8963.2021.93.1.14.17

Рассматриваются проблемы подготовки специалистов рабочих профессий по телекоммуникационным направлениям для строительства, монтажа и технической эксплуатации линейно-кабельных сооружений связи на основе кабелей связи с медными проводниками.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сегодня на сетях электросвязи России широко используются оптические кабели, обладающие максимальной в настоящий момент пропускной способностью. Такие кабели находят все большее применение и на ведомственных линиях связи, например на магистральных линиях железнодорожного транспорта, крупных газо-, нефте- и продуктопроводов. Все шире используются они и на сетях фиксированного широкополосного доступа (ШПД), особенно на участках от узлов агрегации до кварталов и многоэтажных домов. Наибольшую пропускную способность сеть ШПД имеет при использовании архитектуры FTTH, когда оптическое волокно вводится непосредственно в квартиру или в индивидуальный дом. Применение в кабелях сетей доступа выпускаемых в последние годы оптических волокон, малочувствительных к изгибам при их прокладке, позволяет обеспечить быстрый рост числа линий FTTH.

Однако сегодня в масштабах мира к "волокну" непосредственно подключена относительно небольшая доля абонентов, что связано с достаточно большими затратами на прокладку оптических кабелей. По этой причине многие операторы связи используют уже проложенные в очень

большом количестве медные (медножильные) кабели с применением технологий семейства xDSL и Ethernet. В России такие технологии ШПД используются до сих пор на всех видах местных сетей: от небольших населенных пунктов до областных центров.

Для повышения скорости передачи по медным кабелям в последнее время разработаны и стали применяться методы векторизации, обеспечивающие подавление помех от взаимных влияний между цепями связи. Наиболее простым методом подавления помех является векторизация в линиях с технологией VDSL2 [1]. Векторизация – это способ подавления помех, направленный на уменьшение разницы между максимальной теоретической скоростью и той скоростью, которую оператор способен обеспечить в условиях эксплуатации реальных кабельных линий связи. Устранение помех в конкретной медной паре достигается путем измерения перекрестных наводок от всех остальных пар и генерации противофазного сигнала, что в результате значительно снижает уровень помех.

Векторизация VDSL2 стала реальностью для операторов благодаря тому, что новейшие достижения микроэлектроники сделали возможным

проведение сложных вычислений. Такая технология лучше всего подходит для небольших узлов, где число линий не превышает 400, то есть для типичных российских вариантов развертывания сетей FTТх. Разработки с целью повышения скорости передачи путем подавления помех методом векторизации продолжаются. Международным союзом электросвязи разработан и принят стандарт технологии абонентского доступа по медным кабелям связи – G.fast. Его внедрение повышает на абонентской линии длиной не более 250 м совокупную скорость в восходящем и нисходящем каналах до 1 Гбит/с, что сравнимо с использованием абонентских волоконно-оптических линий. При этом реализация данного стандарта на действующих абонентских линиях обходится оператору дешевле, чем прокладка оптики непосредственно до индивидуального дома (квартиры) – FTТН.

Сегодня операторы связи большинства стран Западной Европы при развитии ШПД основную ставку делают на использование существующих медножильных сетей. Например, в компании Deutsche Telekom затраты на строительство ШПД на основе VDSL2-векторинга оценивали на 70% ниже, чем по технологии FTТН [1]. К большому сожалению, в России перспективная технология подавления помех методом векторизации пока не нашла широкого применения [2].

Получается так, что зарубежные телекоммуникационные компании значительно более активно, чем российские, внедряют современные экономичные технологии повышения скорости передачи на медных кабелях связи. А ведь в нашей стране проложено и эксплуатируется большое количество медных кабелей. При этом по потреблению оптического волокна Россия серьезно отстала от мировых лидеров [3].

Следует также напомнить, что на российских ведомственных сетях связи еще достаточно широко используются симметричные высокочастотные кабели с медными жилами. Для этих целей отечественной кабельной промышленностью, кроме давно известных конструкций, разработаны и выпускаются кабели с наиболее качественной на сегодняшний день пленко-пористо-пленочной изоляцией медных жил.

Все сказанное выше позволяет сделать вывод, что кабели связи с медными жилами в нашей стране будут работать еще достаточно большой промежуток времени. Для обеспечения высокой надежности их работы и продления срока службы необходимо использовать эффективные технологии монтажа, позволяющие быстро и качественно

соединять токоведущие жилы кабеля, надежно герметизировать кабельные муфты и качественно монтировать оконечные устройства.

Также весьма важно, в случае возникновения повреждений на абонентских линиях связи, грамотно выполнить измерения по определению характера и места повреждений и оперативно их устранить. Все это можно обеспечить на должном уровне только при наличии на предприятиях связи высококвалифицированных специалистов по телекоммуникационным направлениям, в том числе рабочих профессий.

### СЛАБОЕ ЗВЕНО

Как обстоят дела в вопросах технической эксплуатации в наиболее слабом, с точки зрения наличия высококвалифицированных специалистов звене – абонентской сети связи в сельской местности? Практика показывает: далеко не всегда качественно и оперативно определяется характер и место повреждения на абонентских участках сельской сети связи. Например, в [4] отмечается, что при эксплуатации линий сельских сетей связи монтерами на отыскание и устранение повреждений в некоторых случаях затрачивается до 80% рабочего времени.

Бывают случаи, когда абонентские линии находятся в неисправном состоянии по несколько недель. Повреждения на медножильных линиях связи могут быть весьма сложными и для их определения зачастую приходится выполнять комплекс измерений. В качестве примера кратко приведем информацию об экспресс-анализе состояния ADSL-линий [5].

Основными дефектами абонентских линий, приводящими к снижению качества ADSL-доступа, являются:

- сообщение жил рабочей пары с жилами других пар, а также с оболочкой или экраном;
- переходное сопротивление за счет плохих контактов в местах соединений (муфты, плинты в распределительных шкафах и коробках);
- понижение сопротивления изоляции жил кабеля;
- разбивка жил рабочих пар, возникающая при некачественном монтаже муфт;
- наличие в кабеле нескольких параллельных отводов;
- наличие кабельных вставок с другим диаметром медных жил.

Для выполнения поставленной задачи можно использовать два комплекта приборов

Дельта – ИРК-ПРО и генератор ГИС. Экспресс-анализ состояния ADSL-линий позволяет определить причины отсутствия связи или низкой скорости передачи данных и другие нарушения. Выполнение задачи осуществляется бригадой из двух человек. Перед началом работы необходимо получить информацию из службы технического учета о марке, диаметре жил, длине кабеля; сведения о наличии кабельных вставок и параллельных отводов; сведения о месте нахождения распределительных шкафов и коробок.

Изучив эту информацию, бригадир направляется на кросс узла связи, а второй работник – к месту установки распределительной коробки. После этого проводятся измерения параметров кабеля: сопротивление изоляции жил; сопротивление шлейфа линии; омической асимметрии; электрической емкости жил рабочей пары. Анализ результатов измерения позволяет определить и устранить повреждение. Если же этого не удастся сделать, то при помощи рефлектометра определяется место неоднородности, где и находится повреждение.

Ознакомление с приведенным алгоритмом проведения экспресс-анализа состояния ADSL-линий позволяет утверждать, что его могут выполнить только специалисты достаточно высокой квалификации. Таких специалистов в отрасли сегодня явно не хватает, особенно в сельской местности. Их нужно готовить, в частности, в колледжах связи.

## **Подготовка специалистов по линейно-кабельным сооружениям**

В настоящее время подготовка специалистов рабочих профессий по строительству, монтажу и технической эксплуатации ЛКСС осуществляется колледжами связи, входящими в состав четырех ведомственных вузов связи в Москве, Санкт-Петербурге, Самаре и Новосибирске в рамках специальности "Многоканальные телекоммуникационные системы" (МТС). Рассмотрим подготовку таких специалистов в сравнении: как было в советские годы и как стало. Общеизвестно, что уровень подготовки технических специалистов в Советском Союзе был одним из лучших в мире.

Подготовка специалистов по ЛКСС в советское и первое постсоветское время (вплоть до конца девяностых годов) осуществлялась на высоком уровне с привитием студентам достаточно серьезных практических навыков, особенно по монтажу медных кабелей различных конструкций и оконечных устройств. По специальности ЛКСС в те годы только на монтажные практические

работы учебной программой выделялось 92 ч, каждый учащийся индивидуально выполнял монтаж всех видов кабелей связи и оконечных устройств. Предусматривалось прохождение производственной практики на лучших предприятиях электросвязи. Практически все выпускники специальности ЛКСС успешно трудоустроивались на предприятиях связи, занимающихся строительством и технической эксплуатацией линий связи.

В конце 90-х годов прошлого столетия подготовка специалистов в колледжах связи резко изменилась. Специальность ЛКСС была закрыта, и подготовка специалистов по линейно-кабельным сооружениям стала осуществляться в усеченном виде (вместо 92 ч на практические занятия было отведено 36 ч) в рамках специальности МТС, на которую проводился набор студентов в три учебные группы (вместо прежних семи-восьми учебных групп по специальности ЛКСС). В настоящее же время по специальности МТС выпускается только одна учебная группа, учебной нагрузки по трем дисциплинам линейно-кабельных сооружений едва хватает на одного штатного преподавателя.

И даже при таких условиях в колледжах связи ведется организационная работа по популяризации линейно-кабельных сооружений. Например, в Колледже связи ПГУТИ (г. Самара) с целью повышения статуса и стандартов профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов рабочих профессий проводятся конкурсы профессионального мастерства студентов, обучающихся по специальности МТС, по монтажу оптических и медных кабелей связи и оконечных устройств.

В последние три года на базе Колледжа связи ПГУТИ проводились конкурсы WorldSkills по компетенции "Информационные кабельные сети". В конкурсе приняли участие пять студентов четвертого курса специальности МТС. Конкурсанты обеспечивались современным оборудованием и необходимыми материалами. В течение трех дней они демонстрировали свои профессиональные навыки в соответствии с требованиями международных стандартов. Качество выполнения монтажа кабелей связи и оконечных устройств оценивала специальная экспертная комиссия, в состав которой входил сертифицированный эксперт, который отметил высокий уровень проведения конкурса и хорошую подготовку конкурсантов.

Особо остановимся на вопросах технической эксплуатации медных кабельных линий, которые достаточно широко используются на сельских и пригородных абонентских сетях связи и даже

в крупных городах. Как показывает практика, на этих сетях количество повреждений достаточно велико, поэтому вопросам измерения медных кабелей связи необходимо уделять много внимания. Здесь уместно отметить, что техническая литература по измерениям медных кабелей с начала девяностых годов централизованно не издается. Сегодня в эксплуатационных подразделениях применяются приборы отечественного производства для измерения медных кабелей связи, как выпущенные достаточно давно (ПКП-4, ПКП-5), имеющие высокую чувствительность и точность измерения, но требующие выполнения ручных расчетов, так и более новые приборы семейства ИРК-ПРО (ИРК-ПРО Гамма, ИРК-ПРО Альфа) и др. В современных приборах используется микропроцессорное управление и многострочный алфавитно-цифровой дисплей с подсветкой, которые позволяют определять параметры медных кабелей и расстояние до места повреждения автоматически.

В связи с отсутствием актуальных инструкций по измерениям, проводимым на медных кабелях связи, преподавателями Самарского телекоммуникационного тренинг-центра ПГУТИ (создан под руководством проф. В.А.Андреева) с привлечением высококвалифицированного специалиста с предприятия связи в 2013 году издано учебное пособие по измерениям на медных кабельных линиях связи [5]. В этом пособии представлены методы измерения на постоянном и переменном токе, рассмотрены оптимальные алгоритмы по выбору методов определения расстояния до места повреждения кабелей связи. Там же даны методические рекомендации по диагностике линий цифровых сетей ШПД на основе медных кабелей связи.

## Заключение

Рассмотренное выше позволяет сделать следующие выводы.

Имеющиеся медножильные кабельные линии связи в нашей стране целесообразно эксплуатировать еще достаточно долго, особенно на сельских и пригородных сетях.

Технологии подавления помех методом векторизации с целью увеличения пропускной способности ШПД на ранее проложенных медных абонентских линиях заслуживают внимания для внедрения в России там, где это экономически оправдано.

Наличие прошедших полноценное обучение специалистов рабочих профессий, получивших высокую квалификацию, сведет к минимуму число возникающих справедливых жалоб абонентов на низкое качество предоставляемых услуг связи.

По нашему мнению, нельзя считать оправданными в колледжах связи системы Россвязи сокращение специальности ЛКСС и уменьшение количества учебных групп по специальности МТС, в рамках которой проводится обучение специалистов рабочих профессий по строительству, монтажу и технической эксплуатации линейно-кабельных сооружений связи, до одной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Спрайт П., Ванхастел С. Повышение скорости передачи в линиях VDSL2 методом векторизации // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2014. № 5. С. 64–67.
2. Попов С., Набоких Л. BBWF-2018: фиксированный широкополосный доступ берет курс на SDN // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2018. № 8. С. 60–66.
3. Николаев А. По потреблению оптического волокна Россия серьезно отстала от мировых лидеров // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2020. № 5. С. 8–13.
4. Метелев Б.В., Кочеров А.В. Повысить эффективность эксплуатационного бизнеса сельской связи – методы и средства // Вестник связи. 2012. № 3.
5. Андреев Р.В., Попов В.Б., Воронков А.А., Лапшин В.В. Измерения на медных кабельных линиях связи. Самара: АСГАРД, 2013.

1000 м/мин  
Будущее наступило

Волокно входит в наши дома семимильными шагами, эффективность производства – единственно верный путь к вашему успеху. Отважьтесь выйти за границы возможного и сможете увидеть скорости линии завтрашнего дня с нашей новой линией OEL40///Explore для наложения вторичного покрытия.

www.maillifer.net | blog.maillifer.net

MAILLEFER